



**ISADORA POSSANCINI MAIA DA SILVA
RIAN CARLOS COSTA LOURENZONI**

**CASA DO PESQUISADOR: ELABORAÇÃO DE PROJETO
RESIDENCIAL PARA O INSTITUTO ALTO MONTANA, EM
ITAMONTE – MG, COM PLANEJAMENTO DE OBRA
UTILIZANDO A FILOSOFIA *LEAN CONSTRUCTION***

**LAVRAS – MG
2022**

**ISADORA POSSANCINI MAIA DA SILVA
RIAN CARLOS COSTA LOURENZONI**

**CASA DO PESQUISADOR: ELABORAÇÃO DE PROJETO RESIDENCIAL PARA O
INSTITUTO ALTO MONTANA, EM ITAMONTE – MG, COM PLANEJAMENTO DE
OBRA UTILIZANDO A FILOSOFIA *LEAN CONSTRUCTION***

Monografia apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do Curso
de Engenharia Civil, para a obtenção do título
de Bacharel.

Prof. Dr. Lucas Henrique Pedrozo Abreu
Orientador

Prof. Dr. André Luiz Zangiácomo
Coorientador

**LAVRAS – MG
2022**

**ISADORA POSSANCINI MAIA DA SILVA
RIAN CARLOS COSTA LOURENZONI**

**CASA DO PESQUISADOR: ELABORAÇÃO DE PROJETO RESIDENCIAL PARA O
INSTITUTO ALTO MONTANA, EM ITAMONTE – MG, COM PLANEJAMENTO DE
OBRA UTILIZANDO A FILOSOFIA *LEAN CONSTRUCTION***

**RESEARCHER'S HOUSE: PREPARATION OF A RESIDENTIAL PROJECT FOR THE
ALTO MONTANA INSTITUTE, IN ITAMONTE - MG, WITH WORK PLANNING
USING THE LEAN CONSTRUCTION PHILOSOPHY**

Monografia apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do Curso
de Engenharia Civil, para a obtenção do título
de Bacharel.

APROVADA em 13 de Agosto de 2022.
Dr. Lucas Henrique Pedrozo Abreu UFLA
Dr. André Luiz Zangiácomo UFLA
Dr. Paulo Roberto Borges UFLA
Eng. Esp. *Lean* Deivide Christian Santana Santos USP

Prof. Dr. Lucas Henrique Pedrozo Abreu

Orientador

Prof. Dr. André Luiz Zangiácomo
Coorientador

**LAVRAS – MG
2022**

RESUMO

O Instituto Alto Montana da Serra Fina, localizado em Itamonte, Minas Gerais, consiste em uma Reserva Particular do Patrimônio Natural, responsável pela preservação e conservação da fauna e flora local, bem como pelo fomento de pesquisa. Conforme demanda do instituto, este trabalho tem por finalidade elaborar um projeto residencial completo para oferecer um espaço confortável e propício às pesquisas e atividades internas, denominado “Casa do Pesquisador”, cuja proposta consiste em uma residência unifamiliar de estrutura de madeira com sistema de vedação em *wood frame*, alinhando as necessidades do instituto a soluções econômicas e sustentáveis. Para tanto, a partir dos projetos arquitetônico e estrutural, foram desenvolvidos os demais projetos complementares, bem como realizado um planejamento contendo cronograma de atividades, quantitativo e cronograma de suprimentos, locação de equipamentos e levantamento de restrições ofensoras ao planejamento realizado, de maneira que todas as ferramentas foram pautadas na filosofia de redução de desperdícios do *Lean Construction*. A pesquisa destacou exemplos de aplicações práticas desse conceito na construção civil, entretanto, possibilitou identificar o quanto ele ainda não está tão difundido quando se trata de obras de pequeno porte. O trabalho conclui-se com a percepção de que o *lean* traz benefícios, sobretudo ao planejamento da obra, contudo, também traz consigo otimizações, melhorias técnicas e economia ao processo construtivo. Por fim, o trabalho ressaltou a possibilidade de futuras pesquisas relacionadas à análise em campo, durante a execução da obra, da efetividade e eficácia das ferramentas elaboradas.

Palavras-chave: Projetos em *Wood Frame*. Gestão de Obras. Redução de desperdícios.

ABSTRACT

The “Alto Montana da Serra Fina” Institute, located in Itamonte, Minas Gerais, consists of a Private Natural Heritage Reserve, responsible for the preservation and conservation of the local fauna and flora, as well as for the promotion of research. According to the institute's demand, this work aims to develop a complete residential project to offer a comfortable space conducive to research and indoor activities, called "Researcher's House", whose proposal consists of a single-family residence with a wooden structure with a sealing system in wood frame, aligning the needs of the institute to economic and sustainable solutions. To this end, based on the architectural and structural projects, other complementary projects were developed, as well as a plan containing activities schedule, quantity and supply schedule, equipment rental and survey of offensive restrictions to the planning carried out, so that all the tools were guided by the Lean Construction waste reduction philosophy. The research highlighted examples of practical applications of this concept in civil construction, however, it made it possible to identify how much it is still not so widespread when it comes to small works. The work concludes with the perception that lean brings benefits, especially to the planning of the work, however, it also brings with it optimizations, technical improvements and economy to the construction process. Finally, the work highlighted the possibility of future research related to the analysis in the field, during the execution of the work, of the effectiveness of the elaborated tools.

Keywords: Wood Frame Projects. Construction Management. Waste Reduction.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	REFERENCIAL TEÓRICO	7
2.1	Local do Projeto	7
2.2	O setor da Engenharia Civil.....	8
2.2.1	Projetos Arquitetônicos	9
2.2.2	Projetos Estruturais em Madeira	9
2.2.3	Projetos de Fundação.....	11
2.2.4	Projetos Elétricos.....	12
2.2.5	Projetos Hidrossanitários e Pluviais	12
2.3	Sistemas de Produção.....	14
2.3.1	Toyotismo e Sistema Enxuto de Produção – <i>Lean Production</i>	15
2.4	O Sistema Enxuto De Construção – <i>Lean Construction</i>	17
2.5	Metodologia de Planejamento	19
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
3.1	Projetos Arquitetônico e Estrutural	22
3.2	Projeto de Fundações.....	28
3.3	Projeto Elétrico.....	28
3.4	Projeto Hidráulico, Sanitário e Pluvial	29
3.5	O uso de Ferramentas <i>Lean</i> no Planejamento da obra.....	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
4.1	Concepção e Análise do Projeto Estrutural	34
4.2	Concepção e Análise do Projeto Elétrico	36
4.3	Concepção e Análise dos Projetos Hidráulico e Sanitário	39
4.4	Concepção e Análise do Projeto de Captação de Águas Pluviais.....	42
4.5	Planejamento da Obra utilizando princípios do <i>Lean</i>	44
5	CONCLUSÃO	54
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
	APÊNDICE A – PROJETO EXECUTIVO	61
	APÊNDICE B – CONCEPÇÃO ESTRUTURAL.....	62
	APÊNDICE C – DIMENSIONAMENTO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO	66
	APÊNDICE D – DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO	68
	APÊNDICE E – DIMENSIONAMENTO HIDROSSANITÁRIO E PLUVIAL	70
	APÊNDICE F – PLANTA DE LOCAÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO	79
	APÊNDICE G – PROJETO ELÉTRICO	80
	APÊNDICE H – PROJETO HIDRÁULICO.....	81
	APÊNDICE I – PROJETO SANITÁRIO	82
	APÊNDICE J – PROJETO DE CAPTAÇÃO PLUVIAL	83
	APÊNDICE K – DIAGRAMA DE GANTT – CRONOGRAMA DA OBRA	84
	APÊNDICE L – CRONOGRAMA DE SUPRIMENTOS.....	86
	APÊNDICE M – CRONOGRAMA DE EQUIPAMENTOS.....	87

1 INTRODUÇÃO

O ramo da construção civil, comparado a outros setores, passou por séculos de estagnação e obsolescência; entretanto, tem buscado sua reinvenção nos últimos anos. Inovações em termos de métodos construtivos, técnicas, ferramentas de gestão e materiais não convencionais têm ganhado espaço, no intuito de promover construções mais baratas, mais rápidas e, conseqüentemente, mais lucrativas (OLIVEIRA; SILVA, 2018).

No Brasil, há uma tendência pelas tradicionais construções em alvenaria, técnica herdada da colonização portuguesa que ainda hoje apresenta maior familiaridade entre os construtores. Todavia, é um modelo que ainda gera um alto índice de desperdícios. Formoso *et al.* (1999) denotaram como a indústria da construção civil está atrelada a diversas incertezas em seu processo, devido a fatores como sua grande cadeia de suprimentos, variabilidade de projetos, dependência da produtividade humana e alto *lead time* – tempo para finalização de uma unidade de produto final.

Nesse cenário, filosofias como o *lean thinking* apresentam um grande potencial e muitas oportunidades de propiciar aprimoramentos significativos. No âmbito da construção civil, adaptada para *lean construction*, essa filosofia de gestão originada do Sistema Toyota de Produção, trouxe consigo um aumento de competitividade por meio da identificação e eliminação de perdas (SOUZA; CABETTE, 2014).

Em se tratando de execuções rápidas de construções, diante das diversas possibilidades disponíveis, a utilização de *wood frame* ainda se demonstra promissora por consistir em um método construtivo de execução limpa e veloz, com longa vida útil, alta capacidade estrutural, versatilidade, além de consistir um material abundante e de fácil acesso (CASAGRANDE; BOMBONATO, 2014). Barbosa (2019) menciona como habitações de madeira, por exemplo, foram associadas a sub-habitações devido ao seu emprego restrito ou às técnicas construtivas inadequadamente utilizadas. Entretanto, esse pensamento não é tão corroborado nos dias atuais.

As universidades, de modo geral, têm um importante papel de fomento ao pensamento inovador, sempre buscando questionar e reinventar sistemas pré-estabelecidos, cujas ações são pautadas em três pilares – Ensino, Pesquisa e Extensão. Isso se aplica ao contexto da Engenharia Civil, endossado por trabalhos como os de Castro *et al.* (2017), Müller (2016) e Costa (2020).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo concluir a elaboração dos projetos necessários para a construção da Casa do Pesquisador com vedação em *wood frame*, no Instituto Alto Montana da Serra Fina, em Itamonte, Minas Gerais, cujo planejamento para execução da obra foi pautado na filosofia e nas ferramentas do *lean construction*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Local do Projeto

A criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) viabilizou a contribuição da sociedade civil no aumento das áreas protegidas no país; dentre elas, a RPPN – Alto Montana, localizada em uma região de Floresta Ombrófila Mista (FOM), na Serra da Mantiqueira. A Serra da Mantiqueira é um componente importante no bioma da Mata Atlântica, que se estende pelos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, sendo uma cadeia de montanhas com cerca de 500 km de extensão (SIMAS *et al.*, 2005).

O presente estudo foi desenvolvido no Instituto Alto Montana da Serra Fina, associação civil de direito privado com fins não econômicos, localizado na cidade de Itamonte, no estado de Minas Gerais, à rodovia BR354, KM 768-769, na Fazenda Pinhão Assado, bairro rural Engenho da Serra. A RPPN Alto Montana protege um importante remanescente florestal, em área prioritária para a conservação da biodiversidade, abrigando inúmeras espécies da fauna e flora endêmicas e ameaçadas de extinção, possuindo um importante papel como repositório da biodiversidade da região (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2000).

Criada em 2010, a instituição tem como principal finalidade a atuação enquanto gestora da Fazenda Pinhão Assado e da RPPN, de caráter conservacionista e com foco no ordenamento de pesquisas e educação em ecossistemas montanos, além de desenvolvimento e apoio a atividades e projetos socioambientais no município de Itamonte e nas Terras Altas da Mantiqueira, por meio do fomento à pesquisa, à educação, à formação de políticas públicas socioambientais e à adoção de práticas sustentáveis.

A Mata Atlântica preservada em sua propriedade é protegida por Lei; a criação dessa Unidade de Conservação (UC) e elaboração de seu Plano de Manejo contou com o apoio do SOS Mata Atlântica, por meio do Programa de Incentivo às RPPN da Mata Atlântica (INSTITUTO ALTO MONTANA DA SERRA FINA, 2019).

Considerada uma das principais cadeias montanhosas do sudeste brasileiro, a Serra da Mantiqueira se destaca por sua riqueza biológica, que lhe conferiu o *status* de área prioritária para a conservação da biodiversidade em Minas Gerais. O Município de Itamonte, com área territorial de 431,7 km² segundo o IBGE (2021), está situado na parte alta da Serra da Mantiqueira, com altitudes que variam de 880 a 2.791 metros (JORGE, 2008). Apresenta um dos maiores índices de cobertura florestal remanescentes do Bioma Mata Atlântica no Estado

de Minas Gerais, em 60% de seu território. As unidades de conservação presentes na região ocupam 80% de seu território (INSTITUTO ALTO MONTANA DA SERRA FINA, 2019).

Inserida neste contexto, a Fazenda Pinhão Assado é composta por uma área de mais de 1000 hectares localizados no município de Itamonte – MG. Possui 17 nascentes que abastecem a Bacia Hidrográfica do Rio Verde, diversas cachoeiras e seu patrimônio natural e paisagístico é composto por uma enorme área contínua de Mata Atlântica preservada, maciços de candeia e reflorestamentos de eucaliptos, além de uma fauna extremamente diversa. A Fazenda foi adquirida pelos atuais proprietários Roberto Campos Rocha e Sandra Mara Flores, em 2007. Com esta nova administração, a atividade hoteleira anteriormente existente foi cessada e realizado um planejamento global da propriedade. Neste processo, foram definidos 5 eixos vocacionais de uso para a Fazenda: conservação e preservação ambiental, pesquisa e educação, turismo de montanha, esportes de montanha e produção animal e vegetal sustentável, conforme informações do próprio Instituto Alto Montana da Serra Fina (2019).

De maneira geral, segundo o Instituto Alto Montana da Serra Fina (2019), suas atividades garantem uma gestão socioambiental adequada à Fazenda e à Reserva, uma vez que sua gestão se baseia, principalmente, à articulação de parcerias com universidades, as quais têm garantido a produção de conhecimentos sobre os ecossistemas de montanha, além de subsidiar a elaboração do plano de manejo da RPPN, integrado com o Plano de Uso Sustentável da Fazenda.

Considerando essa cultura, é comum que o Instituto firme parcerias com universidades no âmbito da sustentabilidade, não apenas em pesquisas que envolvam sua fauna e flora, mas fomentando, também, a interdisciplinaridade com a engenharia na elaboração de projetos que integrem ambientes naturais sem agredi-los, promovendo a conciliação da educação e da natureza.

2.2 O setor da Engenharia Civil

Com a elevação na demanda e na execução de projetos de construção civil, novas obras habitacionais e de infraestrutura têm se difundido em grande escala em todo território nacional. Com as políticas de expansão de créditos e os programas de financiamento para familiares, o Brasil vem passando por uma significativa mudança no setor da indústria da construção civil. Novas tecnologias, materiais, metodologias e técnicas construtivas são as chaves para a expansão e crescimento que impulsiona o desenvolvimento de todo setor da construção (BORGES, 2012).

Com base no argumento da geração de novos empregos, o setor da construção civil nacional tem seu histórico pautado tradicionalmente no emprego da mão de obra não qualificada e pouco mecanizada. Segundo uma pesquisa realizada pelo Conselho de Arquitetura e Urbanismo (2015), 85% dos brasileiros constroem ou construíram sem o auxílio de um arquiteto ou engenheiro, profissional esse responsável por inúmeras adversidades associadas a segurança e conforto nas edificações.

Erros de execução, má ventilação, iluminação mal aproveitada e a escolha de materiais de construção civil inadequados, são outros problemas, além do desperdício físico e financeiro, causados por construções sem acompanhamento técnico (ANDRADE, 2012) de modo que muitos desses problemas podem ser minimizados por meio de uma elaboração de projetos detalhada e compatibilizada, acompanhada de um planejamento robusto.

2.2.1 Projetos Arquitetônicos

Inúmeros são os projetos que podem ser elaborados para uma única residência unifamiliar, dentre eles, destacam-se os projetos arquitetônico, elétrico, hidráulico e estrutural, em que cada um carrega consigo informações essenciais para diferentes etapas da edificação, todas integradas entre si. O projeto arquitetônico tem como principal objetivo verificar a maneira de atender a necessidade de diversos clientes paralelamente ao planejamento do conjunto da obra como um todo (BORGES, 2012).

Por meio da utilização de diversas ferramentas, o projeto arquitetônico transforma elementos abstratos, que antes eram esboços, em elementos materializados da concepção. Além da melhoria do processo construtivo como um todo, o projeto arquitetônico oferece outros benefícios em suas etapas de planejamento, como: o aproveitamento da ventilação natural, um bom plano para iluminação da residência, melhorias em questões de conforto térmico e qualidade acústica do ambiente. Todos esses são fatores positivos oriundos da elaboração de um bom projeto arquitetônico, que somados há um bom planejamento e qualidade dos serviços prestados, contribuem para uma melhor execução de obras (BORGES, 2012).

2.2.2 Projetos Estruturais em Madeira

O projeto estrutural tem como objetivo detalhar criteriosamente e dimensionar elementos que irão compor a estrutura do conjunto de esforços da construção. Com o objetivo de permitir que a estrutura funcione corretamente através de combinações de cargas, o projeto

estrutural é o responsável por empregar as leis da física a fim de construir elementos complexos de estruturas empregando diferentes tipos de materiais de construção civil. O planejamento prévio atrelado à sua elaboração gera mais otimização e economia de recursos à essa etapa da obra (POLITO, 2010).

A engenharia desempenha o papel de agente transformador do meio ambiente, conforme as necessidades humanas de desenvolvimento. Assim, conhecimentos criados por métodos empíricos, com o auxílio do rigor de métodos científicos impulsionaram a resolução das necessidades com a criação de produtos com desempenho compatível ao fim destinado (PARCHEN, 2012).

Avaliando o uso da madeira na construção, é indispensável não evidenciar características vantajosas do material que desempenha um ótimo papel no sistema estrutural. A madeira é um material muito versátil que possibilita a criação de vários outros elementos através da sua composição. Possui alta resistência mecânica que varia de acordo com sua espécie e categoria, além de ser leve, isolante e apresentar um ótimo acabamento final (PARCHEN, 2012).

O sistema construtivo oriundo da combinação de vários elementos compostos pela madeira é o *Wood Frame*, método amplamente utilizado em países da Europa e dos Estados Unidos que consiste na união de chapas e estruturas retangulares, cuja junção, posteriormente, forma paredes (MONICH, 2012).

Segundo Monich (2012), os perfis de madeira, conhecidos como montantes, são inseridos no centro e as chapas nas extremidades como uma vedação. O vão livre entre as chapas é preenchido com um material isolante que favorecerá o sistema térmico de vedação. Ademais, a execução das instalações não exige nenhum tipo de corte nas paredes de vedação, já que estas são compostas por duas faces que formam o sistema, gerando pouco desperdício de material e, conseqüentemente, obras mais limpas que as executadas por métodos convencionais.

As placas de vedação das paredes podem ser compostas por diversos materiais, como placas cimentícias, chapas de OSB, gesso acartonado, entre outros.

Os painéis de tiras de madeira orientadas (OSB, sigla em inglês para *Oriented Strand Board*) são elementos gerados a partir da junção de tiras de madeira, na maioria das vezes de reflorestamento, que formam um produto final com dimensões semelhantes a uma placa, com grandes superfícies em relação a sua espessura. O produto desta junção de ripas de pequenas dimensões apresenta resistência mecânica satisfatória, além de versatilidade, estabilidade e facilidade de manuseio, características que permitem sua aplicação em diversos elementos na construção civil.

Por se tratar de um material rígido, suas chapas são fixadas aos perfis roliços para formarem as paredes, como exemplificado pela Figura 1:

Figura 1 – Fixação das chapas OSB de vedação na estrutura da parede.



Fonte: Monich (2012).

As placas cimentícias, por sua vez, são utilizadas como elementos de decoração ou como vedação para ambientes úmidos. Não se configura como um material ambientalmente ofensivo por não utilizar queimas em sua fabricação. A praticidade, rapidez e limpeza são as principais vantagens da construção com placas de cimento (MOURA, 2008).

2.2.3 Projetos de Fundação

A fundação é o elemento responsável pela transmissão das cargas da estrutura para o solo. Na construção civil, muitas são as adversidades encontradas em variados projetos, por isso, cada edificação exige um tipo de fundação adequada. Para tanto, há uma classificação que divide as fundações em dois grupos: superficiais e profundas, que e diferem pelo formato construtivo e pela forma em que se dá a transmissão de tensões para o solo (VELLOSO, 2012).

As fundações rasas são conhecidas por não atingirem grandes profundidades abaixo do nível do solo e se apoiarem logo abaixo da infraestrutura, de maneira que a transmissão de cargas ocorra por sua base. Neste grupo, incluem-se as sapatas e os blocos (ALONSO, 2019). Já nas fundações profundas, estacas e tubulões, as estruturas atingem grandes profundidades, transpassando solos rochosos com ou sem a presença d'água (VELLOSO, 2012).

Segundo Alonso (2019), os blocos são elementos que apresentam grande rigidez e podem ser executados com concreto armado simples ou concreto ciclópico (sem área de aço), dimensionado para garantir que as tensões de tração sejam absorvidas pelo próprio concreto.

O projeto de fundação é a base de toda estrutura construtiva por envolver os mecanismos responsáveis por transmitir todos os esforços oriundos da estrutura, que se encontra acima do solo, para a infraestrutura da edificação, que se encontra abaixo do solo.

O dimensionamento de estruturas de fundação, rasas ou profundas, segue diretrizes propostas pela NBR 6122 (ABNT, 2019), que prescreve parâmetros como dimensões mínimas para elementos rasos de fundações assegurando a segurança e o funcionamento harmônico de toda estrutura. Ademais, a obra de Alonso (2019) propõe metodologias de dimensionamentos para blocos de fundação em que parâmetros como a tensão admissível do solo, as cargas aplicadas e os detalhamentos estruturais são levados em consideração.

2.2.4 Projetos Elétricos

O projeto de instalações elétricas complementa o planejamento prévio à obra, contribuindo com informações de locação e destino de todas manguieiras de passagem que posteriormente envolverão os cabos que se interligarão formando o circuito de energia da edificação. São elementos constituintes dos projetos elétricos: as tramas do circuito por onde os fios passarão, a entrada de energia oriunda da concessionária local ou de elementos geradores, indicativos das posições das tomadas e interruptores (POLITO, 2010).

A NBR 8995 (ABNT, 2013) define condições apropriadas para o funcionamento seguro de todo sistema de acordo com cada estudo preliminar e cargas de projeto. A norma cita diretrizes que dizem respeito à previsão da quantidade de carga de iluminação de cada cômodo de acordo com a área da dependência e a ideal disposição de pontos de tomadas em cada cômodo de acordo com seu perímetro.

A NBR 5410 (ABNT, 2014), por sua vez, prescreve métodos de dimensionamento, critérios de definição para instalações de pontos de iluminação e tomadas e orienta medidas preventivas que tornarão os circuitos seguros e eficazes.

2.2.5 Projetos Hidrossanitários e Pluviais

Após o levantamento da necessidade do empreendimento, dos clientes e o estudo prévio da definição dos sistemas, outro projeto que complementa o conjunto de planejamento da obra

é o projeto hidráulico e sanitário, que diz respeito ao fornecimento de água e do descarte de resíduos oriundos de aparelhos sanitários. Seguindo as normas aplicáveis, o projeto hidráulico tem por finalidade indicar e informar a posição de cada elemento que comporá o conjunto de abastecimento de água e a sua destinação final. Consiste na previsão e locação de circuitos de água fria, desde o recebimento da água da concessionária local, até sua chegada nos respectivos pontos de uso, como pias e lavatórios (POLITO, 2010).

A instalação de água fria e esgoto doméstico são dois pontos englobados pela composição residencial hidráulica. A instalação de água fria é constituída pelos componentes e mecanismos responsáveis pelo abastecimento de seus respectivos aparelhos, como os equipamentos, as tubulações, os ramais, os reservatórios, as peças e os aparelhos sanitários (JÚNIOR, 2018).

A rede de distribuição é a responsável por transportar a água até os pontos de utilização, neste caso, os aparelhos sanitários, pré-definidos na etapa do projeto arquitetônico. Essa rede é composta por barriletes, colunas, ramais e sub-ramais.

A Tabela 1 apresenta dados de consumos diários de água por habitante, citados por Júnior (2018).

Tabela 1 – Consumo de água por habitante.

NÚCLEO	CONSUMO (L/hab/dia)
Meio Rural	50
Cidade Pequena	50 a 100
Cidade Média	100 a 200
Cidade Grande	200 a 300

Fonte: Júnior (2018).

O projeto de esgoto trata especificamente do escoamento e do descarte oriundo dos aparelhos sanitários, garantindo que o esgoto doméstico seja captado e destinado à rede pública ou à concessionária regional, responsável por seu tratamento (POLITO, 2010).

Para o projeto de instalações prediais de esgoto sanitário, parâmetros normativos devem ser seguidos corretamente para que se evite a contaminação da água. Para tanto, faz-se o uso de dispositivos separadores do abastecimento e da coleta de esgoto (JÚNIOR, 2018).

A NBR 8160 (ABNT, 1999) recomenda o uso da caixa de gordura quando os efluentes contiverem resíduos gordurosos, o que ocorre em pias de cozinha, que devem ser instaladas em locais de fácil acesso para permitir sua abertura para futuras limpezas de gorduras retidas pela caixa.

Dentre os projetos hidrossanitários, também se destaca o projeto de dimensionamento de captação, armazenamento e reaproveitamento de águas pluviais, executada por meio de sistemas de calhas e drenos. A reutilização da água constitui-se como uma alternativa relevante e sustentável, tanto para suprir as demandas de consumo de água no geral quanto gerar economia. Neste cenário, o Brasil se destaca como o país com os maiores programas de construção de cisternas de armazenamento de água pluvial (FIGUEIREDO, 2014).

A partir da elaboração do projeto arquitetônico e dos seus projetos complementares, que fornecem informações suficientes para que não haja sobreposições e desperdícios, é importante realizar um adequado planejamento de obra.

2.3 Sistemas de Produção

De acordo com Gaither (2002), o conjunto de operações integradas de partes inter-relacionadas que cumprem determinado propósito denomina-se sistema de produção, o que foi corroborado por Chiavenato (2014), que complementou que todo sistema é composto por outros subsistemas específicos e especializados em uma fração do sistema maior. Isso justifica os diversos insumos recebidos pelos sistemas de produção, como mão de obra, instalações, materiais, informações, dentre outros, todos necessários para seu funcionamento pleno.

Tão importante quanto a definição do sistema de produção, são as etapas de planejamento e controle de produção, validado pela obra de Falconi (2004), que postulou como o desempenho é resultado da efetividade dessas etapas. Um planejamento adequado para um sistema produtivo implica no estabelecimento de objetivos e na definição dos processos para atingi-los.

Moreira (2011) define como elementos constituintes de um sistema produtivo: os insumos, que são os recursos que serão transformados; o processo de conversão, que transforma o insumo no produto desejado; o subsistema de controle, que representa o monitoramento para garantir alinhamento com o que fora planejado; as influências e restrições, que configuram fatores impeditivos ou que afetam o sistema de alguma forma; e os bens ou serviços, que são os produtos finais desta cadeia.

De tal forma, os insumos do sistema de produção passam por um processo de transformação que os modifica para a condição de produto. Por sua vez, o controle da produção monitora uma parcela do que é produzido para garantir parâmetros de quantidade, qualidade e custos.

2.3.1 Toyotismo e sistema enxuto de produção – *Lean Production*

Os primeiros passos de uma nova filosofia de produção, *Lean Production*, se deram na década de 1950, no Japão, com o advento do Sistema Toyota de Produção. Shingo (1996) caracteriza a produção como uma rede de processos e operações, em que “processo” constitui o fluxo de materiais no tempo e no espaço, partindo da matéria prima ao produto acabado, enquanto a interação entre fluxo de equipamentos e operadores no tempo e espaço é entendido por “operação”.

O Sistema Toyota de Produção, ou Toyotismo, tem sua configuração caracterizada pela eliminação total de perdas. Koskela (1992) complementa essa conceituação ao pontuar que a redução de desperdícios envolve a redução de estoques, menores quantidades de mão de obra e materiais e cooperação com fornecedores.

Em geral, a nova filosofia de produção, um campo novo em constante evolução, se baseia em dois termos historicamente importantes: *Just In Time* e Controle de Qualidade Total. Segundo a obra de Shingo (1996), os princípios por trás do “*Just In Time*” se baseiam na redução ou eliminação de estoques. Koskela (1992) corroborou essa definição ao sugerir que essa redução seja realizada por meio da análise da configuração de *layout*, do fluxo de atividades e da cronoanálise para cada fluxo vigente. Ele também introduziu o conceito de controle de produção puxada, de forma que a produção é iniciada pela demanda real, e não por projeções, a fim de eliminar desperdícios de tudo o que não agrega valor, como superprodução, espera, transporte, estoque, super processamento, movimentação, fabricação de peças e produtos defeituosos.

Oliveira (2018) estabelece que o *Just in Time* consiste em entregar o produto necessário, no momento necessário e na quantidade necessária, aplicando três princípios:

- 1) Princípio do Fluxo Contínuo;
- 2) Princípio do *Takt* (Ritmo);
- 3) Princípio da Produção Puxada.

O conceito da Produção Puxada, nascido na Toyota, foi fortemente evidenciado por Oliveira (2018) devido à sua intenção de que a fábrica produza no mesmo ritmo da demanda do cliente, evitando grandes estoques tanto de matérias-primas, quanto de produtos acabados.

O Controle de Qualidade Total, por sua vez, levou o setor a deixar de observar apenas uma amostragem e passando pelo controle de processos e ferramentas e melhoria contínua (KOSKELA, 1992).

Para sustentar os princípios que viriam a embasar o *Lean*, o Controle de Qualidade Total forneceu as condições básicas necessárias, como o 5S e a filosofia *Kaizen*. A filosofia japonesa “5S” dita que para garantir melhorias rumo à qualidade total, deve-se sempre partir do senso de utilização, de organização, de limpeza, de padronização e de disciplina, como apresenta a Figura 2, pensamentos que se demonstram em alinhamento e coerência com o *Kaizen*, que, basicamente, expressa a melhoria contínua (OLIVEIRA, 2018). Por sua vez, Briaies e Ferraz (2006) indicam que a filosofia *Kaizen* baseia-se na eliminação de desperdícios com base no bom senso, uso de soluções baratas e criativas por parte dos colaboradores na intenção de melhorar a prática de seus processos, de maneira a manter o foco na melhoria contínua.

Figura 2 – Pilares da metodologia 5S.



Fonte: Adaptado de Alvarenga (2010).

Oliveira (2018) acrescenta ainda o conceito de *Jidoka* como um dos pilares do Sistema Toyota de Produção, por consistir no máximo aproveitamento da capacidade humana, utilizando sua inteligência para aprimorar a automação. Os preceitos do *Jidoka* recomendam que sempre que houver uma condição anormal, deve haver uma paralisação imediata do processo para correção de problemas, identificar e retificar sua causa raiz, de maneira a garantir a qualidade durante todo o processo e não apenas sua inspeção final.

2.4 O Sistema Enxuto de Construção – *Lean Construction*

Há tempos, o setor da construção civil sofre tribulações por questões de condições de trabalho inferiores a outras indústrias, produtividade abaixo do ideal e falta de mão de obra especializada, vendo-se estagnada em diversos momentos da história nos quesitos inovação e tecnologia. Apesar dessa obsolescência ter sido bastante combatida neste século, há décadas que a industrialização e a manufatura têm exercido papel de referência, servindo de repertório para os avanços da indústria da construção até então (KOSKELA, 1992), o que evidencia que, para entender a filosofia e metodologia *Lean Construction*, é necessário entender seu histórico.

Após a evolução e o aprimoramento do sistema enxuto de produção (*lean production*), a indústria da construção civil se inspirou e o adaptou ao que conhecemos hoje por sistema enxuto de construção, ou *lean construction*.

Apesar da diferenciação no campo de aplicação, ambas as metodologias compartilham de bases filosóficas comuns. A obra de Koskela (1992) apresenta onze princípios básicos que implicam na plena aplicação do pensamento enxuto, ou *lean thinking* (FIGURA 3).

Figura 3 – Princípios básicos do *lean*.

-
- 1º •Reduzir a parcela das atividades que não agregam valor;
 - 2º •Aumentar o valor do produto por meio das considerações das necessidades dos clientes;
 - 3º •Reduzir a variabilidade;
 - 4º •Reduzir o tempo de ciclo de produção;
 - 5º •Simplificar mediante a redução do número de passos;
 - 6º •Aumentar a flexibilidade;
 - 7º •Aumentar a transparência do processo;
 - 8º •Focar no controle do processo global;
 - 9º •Introduzir melhoria contínua no processo;
 - 10º •Manter o equilíbrio entre melhorias de fluxo e melhorias no processo de transformação;
 - 11º •Fazer *benchmarking*.

Fonte: Dos Autores (2022).

Apesar desses princípios fornecerem uma orientação no que diz respeito à aplicação prática do *lean* na construção, sua implementação como um sistema de produção exige uma metodologia prática.

Oliveira (2018) indica que as abordagens, complementares entre si, necessárias para implantação do *lean construction* são: Análise do Escopo, Planejamento Puxado (ou *Pull Planning*), Princípios do *Takt*, Melhoria Contínua e Gestão e Controle.

A primeira abordagem de Oliveira (2018) envolve a análise de escopo, uma vez que ela auxilia no entendimento da demanda do cliente e da obra, que pode se dar por meio da Análise da Estrutura Analítica do Projeto (EAP), Análise de Contratos (Clientes e Fornecedores), Mensuração dos Quantitativos e Orçamentos, Análise do Orçamento x Curva “S” e Análise da Previsão de Mão de Obra e Equipamentos.

Na fase do Planejamento Puxado, faz-se necessária a identificação das fases e marcos da obra, a definição dos entregáveis no tempo, a identificação das restrições, a análise de cenários da obra no tempo e a análise logística, envolvendo material, mão de obra, máquinas e equipamentos (OLIVEIRA, 2018).

Na abordagem dos Princípios do *Takt*, Oliveira (2018) aponta que eles se mostram eficientes, promovendo ganhos reais, desde que se disponha de uma visão desdobrada de todo o processo no tempo. Pode-se elencar como as seis principais ações que definem essa metodologia: a coleta de informações, a definição das áreas ou zonas de trabalho, a compreensão da sequência construtiva, o entendimento dos tempos de cada atividade, o balanceamento do fluxo de atividades e a determinação do plano de produção. Uma vez definido o Planejamento Puxado e as ações necessárias ao *Takt*, a próxima etapa consiste na divisão em partes e definição do tamanho de lote, identificação do sentido construtivo, encadeamento das atividades, definição do quantitativo, identificação das equipes mínimas, cálculo do *Takt Time*, ajuste das equipes por atividade e elaboração da programação.

A abordagem de Gestão e Controle implica em uma visão abrangente e sistêmica da obra, atrelada a um mecanismo de controle de rotina por meio da análise comparativa das atividades previstas e realizadas diariamente. Para tanto, o *lean* aposta em indicadores visuais, como sala de indicadores, reuniões de rotina com frequência pré-definida, quadro de controle do *Takt* e Metodologia A3 para resolução de problemas (OLIVEIRA, 2018).

Por fim, Oliveira (2018) sugere que a abordagem da melhoria contínua, ou *kaizen*, deve ser difundida entre os funcionários da obra, de modo que todos se identifiquem e busquem atingi-lo como objetivo, o que também pode implicar em estímulos visuais, de organização e disciplina.

Tanto o *Lean Production* quanto o *Lean Construction* possuem um embasamento teórico denso, repleto de conceitos, filosofias e metodologias, que devem ser analisadas e adaptadas para cada situação em que se queira aplicá-los. Em geral, muito se vê o *lean* aplicado

em obras de maior porte com atividades repetitivas, mas sua aplicação não é restrita a esse cenário. O trabalho de Pfaffenzeller (2015) buscou demonstrar a aplicação do *lean* no ramo da construção civil e, após analisar diferentes ferramentas aplicadas na rotina do canteiro de obras, como Linha de Balanço, Estudo do Valor Agregado, Gráfico de Gantt, *Layout*, *Kanban*, dentre outras, concluiu que as ferramentas se complementam entre si, o que dificulta a distinção de seus resultados individuais.

Por sua vez, Castro (2019) realizou um estudo de caso em uma empresa de blocos de concreto, analisando desperdícios, relação capacidade x demanda, utilizou a ferramenta *Kanban* e propôs melhorias, e teve como resultados: a redução dos estoques, a redução do tempo de *setup*, a redução de perdas de movimentos desnecessários a melhor visualização do processo e a identificação imediata de problemas de produção, indicando uma aplicação satisfatória.

Neste sentido, verifica-se que o *Lean Construction* é uma metodologia promissora para o setor, visto que sua aplicação já gerou diversos *cases* com resultados comprovados, sobretudo nos quesitos planejamento, melhoria na performance dos colaboradores, redução no tempo das atividades e, conseqüentemente, redução de custos. Para tanto, basta adaptar as ferramentas disponíveis pela metodologia para o que melhor se adequar a sua aplicação.

2.5 Metodologia de Planejamento

O *Lean Construction* fornece uma gama de ferramentas que podem ser usadas tanto individualmente quanto de maneira simultânea, conforme adaptabilidade e eficácia em relação à situação em que será aplicada.

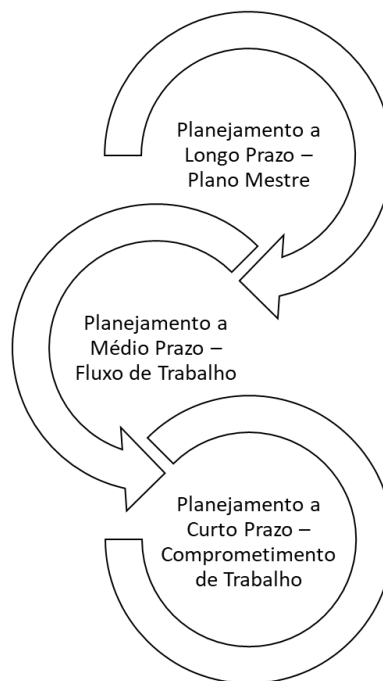
Formoso *et al.* (1999) definem planejamento por um processo gerencial, que envolve a definição dos objetivos e dos procedimentos necessários para atingi-los, havendo necessidade de um bom monitoramento e controle para garantir sua eficácia.

Souza (1996) menciona como um bom planejamento e gerenciamento das atividades em um canteiro de obras podem assegurar melhoria em sua qualidade e execução. Considerando a alta variabilidade a que as obras são sujeitadas, a utilização adequada de ferramentas *lean* como apoio à gestão, controle e análise, pode garantir um melhor planejamento a curto, médio e longo prazo e um bom resultado final. Assim, o planejamento deve conter as atividades, o método, os recursos e o cronograma (MOURA, 2008).

Em geral, o sistema *Last Planner* tem sido adotado em obras com *lean thinking* por consistir em um conjunto de análises e planejamentos de longo, médio e curto prazo que minimizam as incertezas do fluxo de produção e preveem imprevistos que podem restringir o

cronograma. O trabalho de Moeller (2020) agrega o conceito demonstrando que o sistema é composto por um plano mestre a ser seguido, ou *Pull Plan*, associado a um *Look-Ahead Plan*, planejamento de médio prazo que traz uma análise das atividades que serão executadas nas próximas 12 semanas e as restrições associadas a elas que devem ser derrubadas. Por fim, o *Weekly Work Plan Coordination*, que consta o planejamento de curto prazo (FIGURA 4).

Figura 4 – Ciclo básico de um planejamento *lean*.



Fonte: Moeller (2020).

Pode-se fazer uma alusão à obra de Laufer e Tucker (1987), que definem que um planejamento, em um contexto geral, se desdobra entre o nível estratégico, que traz o escopo principal e as metas, o nível tático, que elenca recursos e restrições, e o nível operacional, que define as ações a serem realizadas. O nível de detalhamento varia conforme a obra, sua complexidade, sua duração e suas especificidades envolvidas.

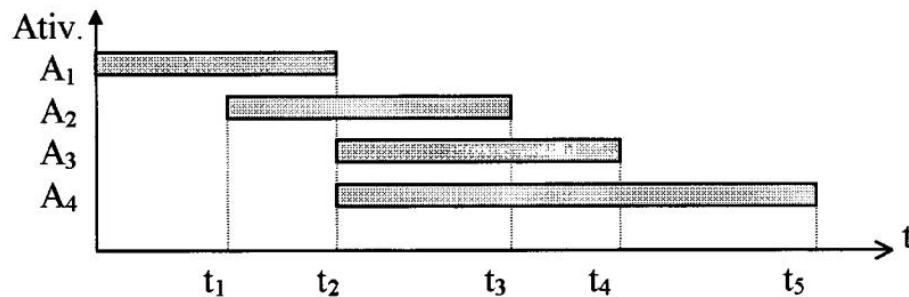
Dentre as ferramentas que podem auxiliar na elaboração e visualização do planejamento no dia a dia da obra, destaca-se o Diagrama de Gantt, utilizado para apresentar cronogramas de atividades, de compras, de locação de equipamentos, dentre outros.

De acordo com Ichihara (1998), o Gráfico de Barras ou Diagrama de Gantt foi idealizado em 1917 pelo engenheiro industrial norte-americano Henry L. Gantt, sendo inicialmente aplicado na área militar durante a Primeira Guerra Mundial. Desde então, configura uma ferramenta de grande relevância para tomadas de decisão, uma vez que

correlaciona fatos com o tempo. Apresenta-se como um gráfico plano de barras horizontais, de forma que cada barra representa uma atividade do projeto.

Como pode ser observada na Figura 5, a duração em escala de tempo é posicionada na direção horizontal, enquanto na direção vertical, encontram-se identificações (ICHIHARA, 1998).

Figura 5 – O Gráfico de Gantt.



Legenda: As barras que representam as atividades A_i , encontram-se dispostas em escala de tempo t .
Fonte: Ichihara (1998).

O diagrama passou a ser usado em processos de produção fabris e somente na década de 30 foi incorporado no planejamento de obras. Pfaffenzeller *et al.* (2015) apresentam como etapas para construção e uso do diagrama de Gantt a definição da estrutura da programação, a definição da equipe básica para cada atividade e suas durações correspondentes, a definição da sequência das atividades, de modo que sejam claras as atividades predecessoras e sucessoras, e, por fim, a construção do gráfico de fato.

Ichihara (1998), corroborado por Pfaffenzeller *et al.* (2015), mencionam como o Gráfico de Gantt pode configurar uma interessante ferramenta de acompanhamento e controle, além de sugerirem uma aplicação comparativa entre o planejamento e a execução real.

Associada a essa ferramenta, o momento da elaboração do *Look-Ahead Plan* traz consigo a relevância de compreender o conceito por trás da teoria das restrições, que busca identificar gargalos produtivos que podem vir a interferir no cronograma (MOELLER, 2020).

Essa teoria introduz a criação de uma rede de precedência, de maneira que se faz necessário analisar restrições físicas e disponibilidade de recursos para garantir que tudo aconteça conforme o planejado (MATTOS, 2010). Assim, para cada conjunto de semanas analisado, deve-se observar a sequência cronológica das atividades e quais restrições podem estar associadas a elas, de maneira a prevê-las e saná-las, evitando, assim, imprevistos indesejáveis.

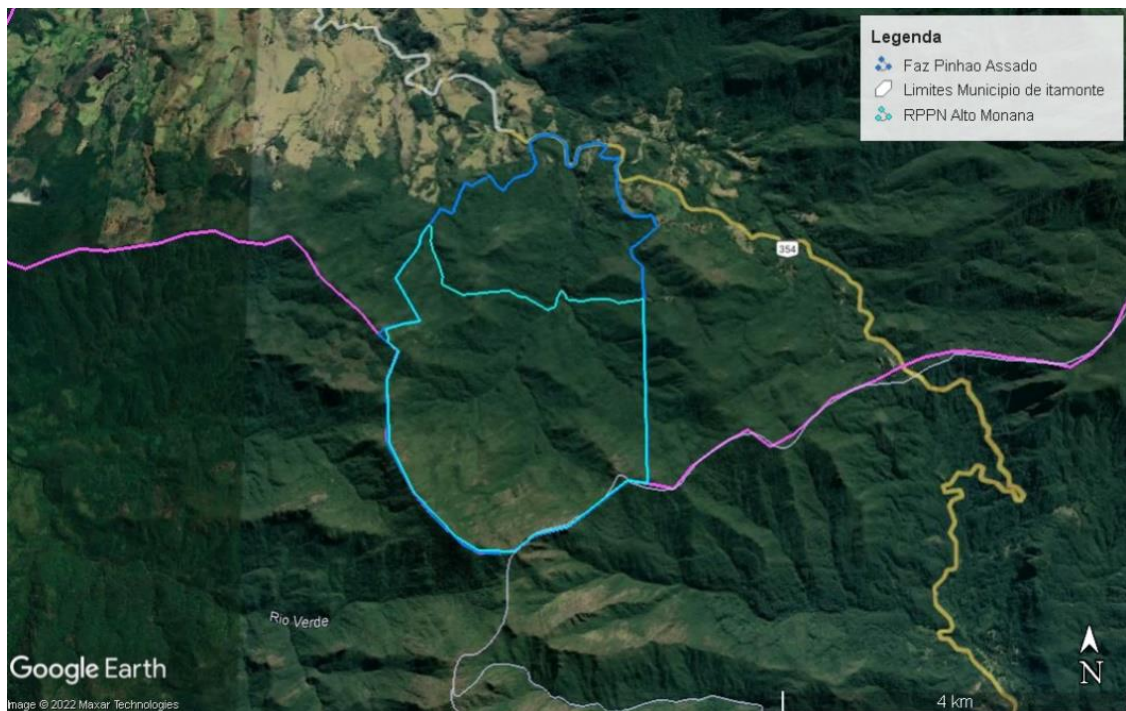
3 MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira fase deste trabalho consistiu em compreender as demandas do Instituto Alto Montana em relação à Casa do Pesquisador, para verificar se os projetos arquitetônico e estrutural, realizados previamente ao presente trabalho, estavam alinhados às expectativas. A partir desses projetos, foi possível obter como resultados a elaboração dos projetos complementares, que possibilitaram o planejamento, o levantamento e a análise das etapas da construção da edificação e dos materiais requeridos para cada uma. Por fim, os resultados e as informações foram organizados segundo ferramentas atreladas ao *lean construction* para planejar as etapas e as compras necessárias para a execução da obra seguindo critérios de cronologia, insumos demandados e restrições.

3.1 Projetos Arquitetônico e Estrutural

O Instituto Alto Montana da Serra Fina está localizado em uma região com patrimônio natural abundante e repleto de belezas naturais, desde áreas preservadas da Mata Atlântica até a presença de nascentes, como pode ser observado na Figura 6.

Figura 6 – Imagem de satélite da localização da Fazenda Pinhão Assado, sede do Instituto Alto Montana da Serra Fina.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2022).

Enquanto instituição fomentadora da pesquisa e da educação, o Instituto apresentou como demanda ao Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras a elaboração do projeto de uma edificação cuja finalidade seria a promoção de um ambiente propício à acomodação e aos estudos em suas dependências, proposta intitulada como “Casa do Pesquisador”.

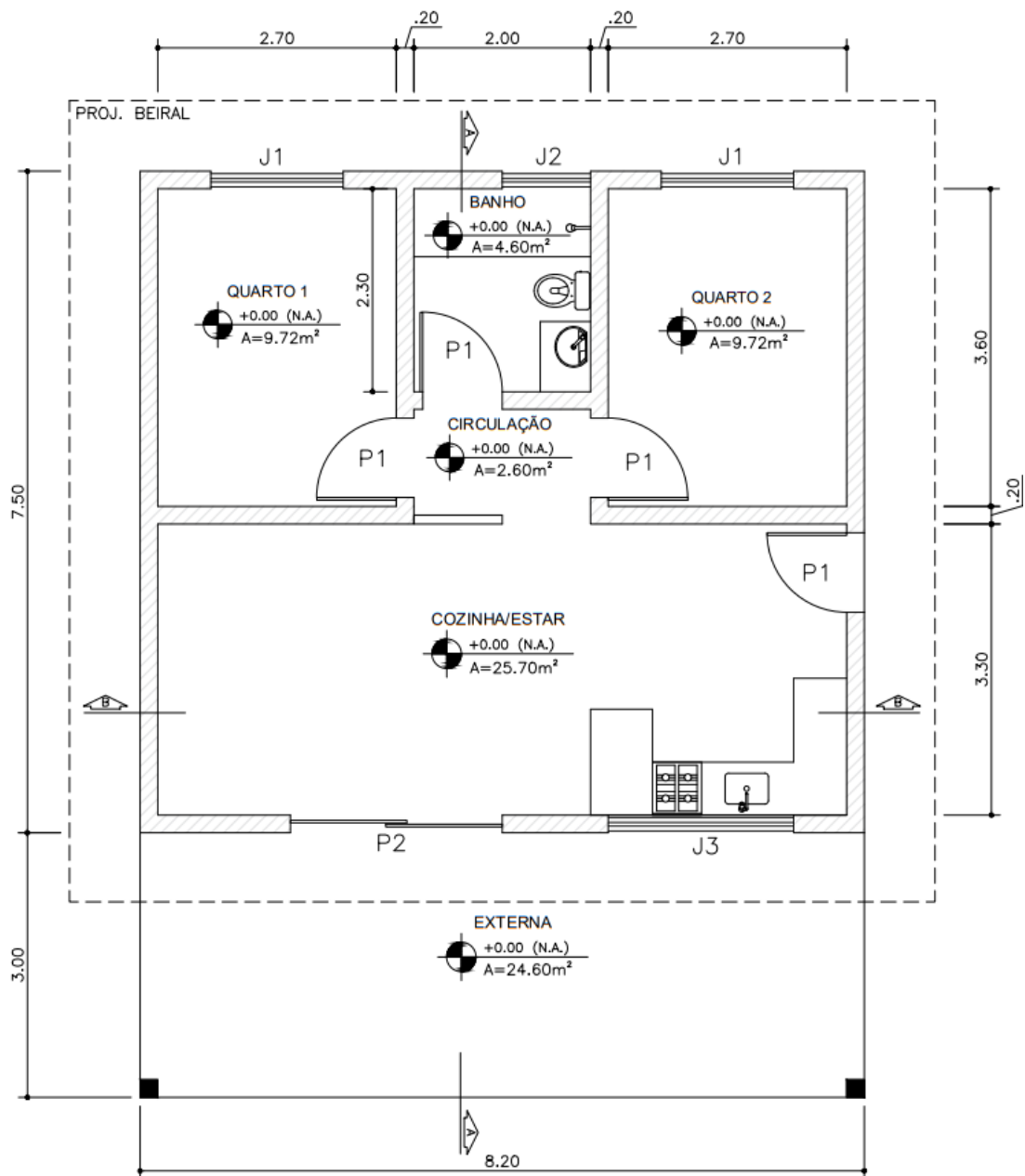
A partir dessa iniciativa, o projeto de extensão “Projeto Arquitetônico e Estrutural da Casa do Pesquisador no Instituto Alto Montana da Serra Fina em Itamonte-MG” foi cadastrado na Pró-Reitoria de Extensão e Cultura, sob o nº 127/2021, com apoio de estudantes e professores do Departamento de Engenharia e membros do instituto, que concluíram a concepção de ambos os projetos.

O plano de necessidades inicial solicitava uma solução econômica e sustentável para a concepção da Casa do Pesquisador. Assim, como requerido, a edificação foi pensada em um ambiente compacto, com 10,50m x 8,20m, fornecendo uma área de 86,10m² a ser construída, suficientemente confortável e agradável ao devido fim.

A edificação proposta constituiu-se por uma sala de estar conjugada com uma cozinha, um banheiro e dois quartos conectados por uma pequena área de circulação. A construção será alocada em uma área local do Instituto, próxima à usina fotovoltaica já construída e às proximidades da sede principal da fazenda Pinhão Assado.

O Projeto Arquitetônico foi concebido com auxílio de *software* computacional e a Figura 7 apresenta a Planta Baixa aprovada pelo Instituto Alto Montana da Serra Fina, em que destaca a divisão dos ambientes, suas respectivas dimensões e níveis, enquanto os demais detalhes do projeto encontram-se no Apêndice A.

Figura 7 – Planta Baixa da Casa do Pesquisador (sem escala).



Fonte: Dos Autores (2022).

Com o intuito de alinhar as propostas solicitadas, foi prevista a utilização do sistema de estrutura de madeira com cobertura em placas de OSB impermeabilizadas, sistema de vedação de madeira para áreas secas e de placas cimentícias para áreas molhadas (cozinha e banheiro). Utilizou-se da recomendação do Plano de Obras do município de Itamonte para o desenho e elaboração de todos os projetos.

Almejando a boa compreensão dos elementos do projeto, foram seguidas exigências propostas pela NBR 6492 (ABNT, 1994) que visam, de uma forma geral, as melhores práticas para a representação de plantas como: plantas baixas, corte, cobertura, situação, locação, detalhes e ampliações e propõe dimensões mínimas para cômodos residenciais com intuito de melhorar a circulação e fornecer maior conforto.

A Figura 8 fornece uma representação visual da fachada elaborada para a Casa do Pesquisador definida anteriormente ao presente trabalho, em que é possível observar toda a estrutura de madeira projetada, o sistema de captação de água da chuva, o aproveitamento da iluminação natural com a utilização de janelas de vidro e a área externa da varanda da casa do pesquisador. Por opção do Instituto, declinou-se da proposta do telhado verde, presente na ilustração.

Figura 8 – Fachada 3D da Casa do Pesquisador.



Fonte: Departamento de Engenharia (2021).

A partir do projeto arquitetônico, iniciou-se a concepção estrutural da edificação. Os métodos para quantificação de ações na estrutura de madeira, combinação de esforços, testes de estados limites e o dimensionamento para vigas, pilares e caibros do projeto estrutural de madeira da Casa do Pesquisador seguiram a metodologia recomendada pela norma NBR 7190 (ABNT, 1997).

A estrutura do projeto foi composta por madeira de reflorestamento, já extraída das florestas manejadas pelo Instituto Alto Montana. As peças encontram-se em processo de

secagem a fim de estabilizar o teor de umidade da madeira em 12%, em que o material apresenta suas melhores resistências mecânicas, como prescrito na norma NBR 7190 (ABNT, 1997).

A normativa apresenta os valores da Tabela 2, por meio dos quais determina-se, de acordo com o tipo de madeira utilizada no projeto estrutural, os parâmetros de resistência característicos de cada espécie, parâmetros estes que posteriormente foram fundamentais no cálculo estrutural e nas verificações dos estados limites de todo conjunto.

Tabela 2 – Classes de Resistência das Dicotiledôneas.

DICOTILEDÔNEAS *					
Classes	f_{c0k} (MPa)	f_{vk} (MPa)	E_{c0m} (MPa)	$\rho_{bas,m}$ (kg/m³)	$\rho_{aparente}$ (kg/m³)
C20	20	4	9500	500	650
C30	30	5	14500	650	800
C40	40	6	19500	750	950
C60	60	8	24500	800	1000

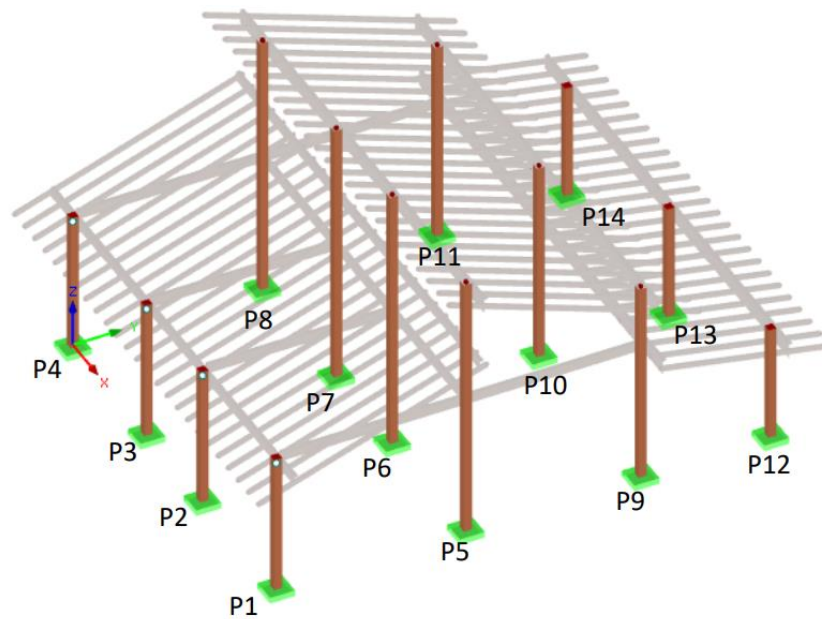
* valores na condição padrão de referência U = 12%

Fonte: ABNT (1997).

A espécie do eucalipto em questão não foi identificada pelo instituto, portanto, foi adotada a classificação Dicotiledônea de classe C30 ($f_{ck}=30$ MPa) para as peças utilizadas neste projeto, atendendo assim os limites de segurança na realização dos cálculos estruturais. Recomenda-se que todas as peças de madeira empregadas na estrutura recebam um tratamento prévio com o intuito de aumentar sua vida útil e diminuir os desgastes causados pelo intemperismo.

Após a escolha da madeira e da sua classificação, foram dispostos 14 pilares de seção transversal quadrada com 20cm de lado, como demonstra a Figura 9. Seus comprimentos variaram entre 340 e 650 centímetros, sendo responsáveis por transmitir as cargas provenientes da estrutura para o bloco de fundação.

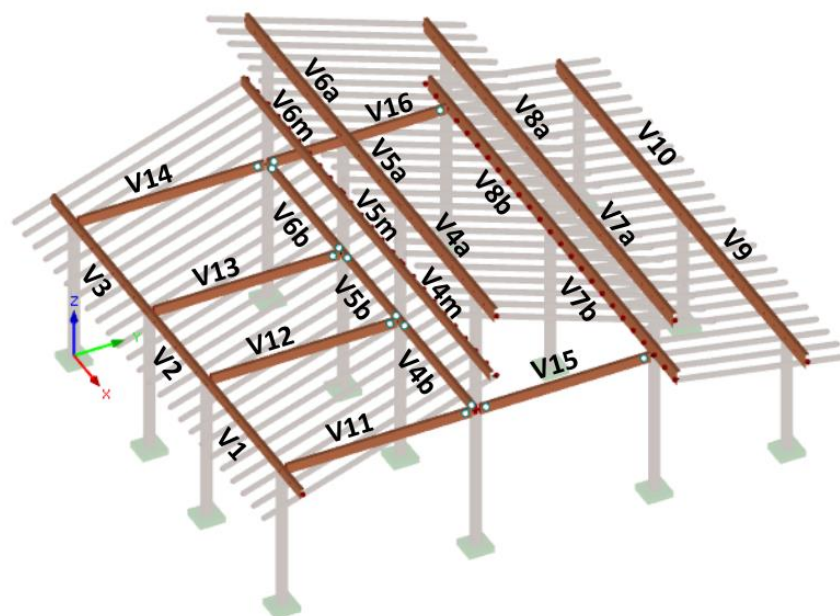
Figura 9 – Disposição dos pilares da estrutura de madeira.



Fonte: Departamento de Engenharia (2021).

A estrutura também contou com 24 vigas de seção transversal variando entre 7,5x20 cm e 7,5x30 cm, sendo todas as peças de madeira de eucalipto, oriundas de florestas de reflorestamento, com comprimento de 270 a 530 cm. A disposição escolhida para as vigas que completam a estrutura de madeira se deu conforme exposto na Figura 10:

Figura 10 – Disposição das vigas da estrutura de madeira.



Fonte: Departamento de Engenharia (2021).

As vigas identificadas na Figura 10 com o índice “a” foram dispostas no alto; as vigas com índice “m” foram posicionadas de forma intermediária, enquanto as vigas identificadas com a letra “b” foram dispostas nas partes inferiores da estrutura. Todas as ligações da estrutura de madeira foram realizadas com o auxílio de parafusos, porcas e arruelas de aço galvanizado.

A concepção estrutural pode ser observada no Apêndice B.

Uma vez concluídos os projetos arquitetônico e estrutural, possibilitou-se o desenvolvimento dos projetos de fundação, elétrico, hidrossanitário, bem como foram propostas soluções alinhadas ao *Lean Construction* para uma construção mais econômica, mais otimizada, mais rápida e melhor planejada.

3.2 Projeto de Fundações

O modelo de fundação escolhido para o presente projeto foi o bloco, caracterizado por ser uma estrutura rasa e por não possuir seções de aço em sua composição, uma vez que o próprio concreto é capaz de resistir aos pequenos esforços de tração onde os blocos serão os responsáveis por transmitir as cargas oriundas dos pilares para o solo.

Como não se dispunha de um ensaio geotécnico do solo local, foi estimada uma tensão admissível mínima de segurança do solo conforme indica a NBR 6122 (ABNT, 2019).

Para o cálculo do dimensionamento dos blocos, considerou-se:

- Concreto $f_{ck} = 15$ MPa.
- Pilares de Seção 20x20 cm.
- Carga de Cálculo = 24 kN (maior carga a ser transmitida ao solo).
- Tensão Admissível do Solo (α_a) = 0,1 MPa.

Como demonstrado no Apêndice C, o dimensionamento dos blocos de fundação seguiu a mesma metodologia que Alonso (2019) a partir de dados como seção dos pilares, carga a ser transmitida e tensão admissível do solo. Por meio desse método, obteve-se as dimensões de altura (h) e base dos blocos de fundação.

3.3 Projeto Elétrico

A elaboração do projeto elétrico da Casa do Pesquisador considerou as características estabelecidas na NBR 5410 (ABNT, 2014) que trata de instalações que trabalham com até 1.000 volts de corrente contínua, onde normalmente atuam 127V e 220V.

A NBR 5410 (ABNT, 2014) estabelece alguns requisitos a serem levados em consideração na elaboração na locação dos pontos de tomadas: Em cozinhas e cozinhas-copas, devem ser instalados, no mínimo, um ponto de tomada para cada 3,5m, ou fração, do perímetro. Acima de bancadas da pia da cozinha, deve-se prever, no mínimo, duas tomadas. Em varandas, a norma estipula que pelo menos um ponto de tomada deve ser disposto. Já nas salas e nos dormitórios, é estipulado um ponto de tomada para cada 5m, ou fração, do perímetro do cômodo. Em banheiros, a norma estabelece que deve ser instalado ao menos um ponto de tomada próximo ao lavatório.

O dimensionamento dos condutores elétricos foi realizado pela metodologia do Critério das Correntes, cujos cálculos estão presentes no Apêndice D. Nesse método, o tipo de elemento, a potência, a tensão e a corrente de projeto são parâmetros necessários para a realização dos cálculos. A corrente é determinada pela menor seção do condutor da forma com que a corrente de projeto transcorra pelo circuito sem ocasionar o aquecimento excessivo dos condutores.

A NBR 5410 (ABNT, 2014) também orienta limites mínimos para seção de condutores de acordo com cada situação de uso. A Tabela 3, fornece dados respectivos as seções mínimas de condutores normativamente estabelecidas.

Tabela 3 – Seção Mínima de Condutores Elétricos.

UTILIZAÇÃO	SEÇÃO MÍNIMA DO CONDUOR (mm ²)
Circuitos de Iluminação	1,5
Circuitos de Força	2,5
Circuitos de Sinalização e Controle	0,5

Fonte: ABNT (2014)

Para circuitos de iluminação, utilizou-se seções mínimas para os condutores de 1,5 mm²; para circuitos de força, a área mínima dos condutores foi de 2,5 mm² e para circuitos de sinalização e controle, 0,5 mm².

3.4 Projeto Hidráulico, Sanitário e Pluvial

O projeto hidráulico de água fria do Instituto Alto Montana seguiu as diretrizes expostas na NBR 5626 (ABNT, 2020), que define requisitos de projetos de instalações hidráulicas.

Todo o sistema de distribuição de água fria deve ser desagregado de qualquer outro sistema de fornecimento ou manejo de resíduos, como o sistema de esgoto, com interesse em manter a qualidade da água potável fornecida, conforme prevê a recomendação da NBR 5626

(ABNT, 2020). Critérios como o fornecimento contínuo de água para a utilização dos usuários em quantidade suficiente e a preservação da potabilidade da água distribuída foram levados em consideração na elaboração do projeto hidráulico em questão.

O abastecimento de água da Casa do Pesquisador será feito pela concessionária local e se dará de forma indireta, com a utilização de reservatórios, que conforme sugerido pela NBR 5626 (ABNT, 2020), deve ter capacidade de armazenar o volume de dois dias de consumo da residência. Para a realização do cálculo de consumo diário de água da Casa do Pesquisador, estimou-se o consumo de 50 L/habitante/dia, que se enquadra no consumo médio do meio rural, como exposto na Tabela 1.

Com a intenção de garantir a correta manutenção e execução do sistema de esgoto sanitário e também atender os requisitos mínimos de higiene, conforto dos usuários, economia e segurança, a elaboração do projeto de esgotamento sanitário da Casa do Pesquisador seguiu as exigências prescritas na norma NBR 8160 (ABNT, 1999).

Todos os elementos do sistema de esgoto, como tubulações, caixas de inspeção, caixas de gordura, joelhos e elementos do circuito foram projetados em material PVC soldável que facilitará a montagem dos elementos.

Para o dimensionamento dos ramais ventilação, de descarga e de esgoto, utilizou-se como parâmetro o índice UHC (TABELA 4), que considera a contribuição de cada aparelho sanitário, como recomendado pela NBR 8160 (ABNT, 1999).

Tabela 4 – Diâmetro para ramais de ventilação

GRUPO DE APARELHOS SEM BACIA SANITÁRIA		GRUPO DE APARELHOS COM BACIA SANITÁRIA	
Número de UHC	Diâmetro Nominal do Ramal de Ventilação	Número de UHC	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: ABNT (1999).

Para a elaboração do projeto de captação de águas pluviais e para o dimensionamento do reservatório de captação de águas foram consideradas prescrições normativas propostas pela NBR 15527 (ABNT, 2019). A norma estabelece alguns métodos para o dimensionamento onde são levados em consideração parâmetros como: o regime pluviométrico da região do projeto, a área de captação de água e a demanda não potável a ser atendida.

A água captada deverá passar por uma filtragem antes de ser encaminhada para a cisterna (reservatório), processo para eliminar sujeiras captadas nos telhados e nos sistemas de condução da água, como calhas e tubulação. O volume captado é classificado como água não potável e a NBR 15527 (ABNT, 2019) sugere algumas destinações para essa água, como em sistemas de resfriamento de água, descargas de bacias sanitárias e mictórios, lavagem de veículos, lavagem de pisos, irrigação para fins paisagísticos, dentre outras.

Os dados de precipitação média anual do município de Itamonte foram utilizados nos cálculos do dimensionamento do reservatório de captação pluvial, como detalhado no Apêndice E. A Figura 11 apresenta o gráfico construído a partir da análise de dados pluviométricos da cidade de Itamonte, ao longo do ano de 2021, extraídos do site do Instituto Nacional de Meteorologia (2021).

Figura 11 – Dados de precipitação da cidade de Itamonte.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2021).

O cálculo do dimensionamento do reservatório de captação de água, foi realizado pelo Método da Simulação, recomendado pela NBR 15527 (ABNT, 2019), em que foram levantados dados históricos de precipitação na região, cujos cálculos não consideram a evaporação da água.

A princípio, estimou-se um valor inicial para o reservatório, valor que pode ser retificado ao final do cálculo, quando necessário. Para a Casa do Pesquisador, foi estimado um reservatório com capacidade para 3,15 m³, que equivale a 3.150 litros. Posteriormente, fez-se o uso da Equação 1, para definir o valor do volume mensal do reservatório.

$$S(t) = Q(t) + S(t - 1) - D, \text{ mensal} \quad (1)$$

Onde:

$S(t)$ – Volume mensal de água no reservatório (L);

$Q(t)$ – Volume mensal de água pluvial (L);

$S(t-1)$ – Volume de água pluvial no reservatório no mês anterior (L);

D_{mensal} – Demanda mensal de água não potável.

O volume de água pluvial mensal $Q(t)$ é resultado da Equação 2, que relaciona dados da demanda mensal externa e interna de uma residência e a precipitação anual do local que residirá a futura construção.

$$Q(t) = A * P * CR \quad (2)$$

Onde:

A – Área de captação da água (área do telhado);

P – Precipitação da chuva no período;

CR – Coeficiente de *runnoff*.

3.5 O uso de Ferramentas *Lean* no Planejamento da obra

A elaboração dos projetos forneceu detalhes que permitiram uma fase de planejamento mais minuciosa, o que facilitou a implementação da filosofia *Lean* na elaboração de um material de apoio ao acompanhamento e à condução da construção dessa habitação.

O estudo se iniciou com a listagem das fases da obra em questão em ordem cronológica, agrupadas em “pacotes de serviço” – conforme similaridades e fase da obra – e complementadas pelo tempo de execução e pela mão de obra requerida para garantir o tempo e a qualidade projetados para aquela atividade. Tais informações foram adaptadas de Silva (2017), cujo trabalho se embasou na construção de unidades residenciais em *wood frame*. O presente projeto consistiu em uma obra menor em dimensões e complexidade, o que justifica a concepção de um *Look-Ahead Plan*.

Em seguida, definiu-se a sequência das atividades predecessoras, concomitantes e sucessoras e, enfim, os dados foram dispostos em um Diagrama de Gantt, a fim de facilitar a visualização e até impressão para exposição em obra. Essa metodologia se inspirou no planejamento exemplificado por Chibinski (2012).

Neste seguimento, levantou-se o quantitativo de materiais necessários para consecução da obra, cujas demandas foram alinhadas aos seus respectivos prazos, definidos pelo cronograma de Gantt. Estipulou-se um prazo mínimo padrão de 45 dias entre o pedido e a entrega do material ao local da obra e, assim, foi elaborada uma planilha que retorna a data máxima de compra de cada insumo.

Posteriormente, conforme prevê um *Look-Ahead Plan*, levantou-se um conjunto de restrições às quais a obra poderia se submeter, impedindo sua conclusão no prazo previsto. O trabalho de Moura (2008) elenca 36 possíveis restrições, entretanto, o presente trabalho adaptou para as dez principais restrições que poderiam acometer as atividades antevistas à construção.

1. Não cumprimento do cronograma de suprimentos: Seja por parte da gestão da obra, ao negligenciar a data limite para compra para que o material não atrase; seja em relação ao atraso de entrega de insumos por parte do fornecedor.

2. Manutenção do Equipamento: Engloba toda e qualquer manutenção necessária às máquinas e maquinários da obra.

3. Mão de Obra especializada/adequada: Atividades mais específicas ou mais minuciosas exigem uma mão de obra adequada, a fim de garantir a qualidade almejada.

4. Condições climáticas: Interferem tanto em atividades realizadas ao ar livre quanto no tempo de secagem de alguns materiais.

5. Qualidade pacote anterior: É necessário se atentar à qualidade do pacote responsável por promover as condições prévias para a atividade a ser realizada.

6. Limpeza Prévia: Importante em casos onde a limpeza do local interfira na qualidade ou execução da etapa.

7. Condição de uso do material: Verificação das condições de uso, tanto em relação a perda pelo vencimento de materiais com tempo de uso limitado, quanto materiais que exigem tratamentos especiais para utilização.

8. Desrespeito ao tempo de secagem do material: Casos onde é necessário um tempo de secagem ou de cura para que se inicie a atividade sucessora.

9. Avaria do material devido ao armazenamento: De modo geral, a maioria dos materiais seguem normativas para armazenamento. Entretanto, alguns materiais, sobretudo de acabamento, são frágeis e delicados e um armazenamento incorreto ou “grosseiro” pode promover danos.

10. Fornecimento concessionárias: Abastecimento de água e energia.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do Projeto Arquitetônico e do Projeto Estrutural, alinhado com as expectativas do Instituto Alto Montana, os primeiros resultados gerados foram os projetos complementares. Este capítulo organiza os resultados obtidos com o desenvolvimento da pesquisa, dos projetos e na criação dos modelos de planejamento.

4.1 Concepção e Análise do Projeto de Fundações

O projeto estrutural previamente elaborado previu a locação de 14 pilares de seção transversal quadrada com 20cm de lado, responsáveis por transmitir as cargas provenientes da edificação à fundação e, posteriormente, ao solo. Assim, previu-se a transmissão das cargas expressas na Tabela 5.

Tabela 5 – Carga dos pilares 20x20cm da estrutura de madeira.

PILAR	CARGA (KN)
1	11,845
2	12,421
3	12,421
4	11,845
5	22,742
6	22,175
7	22,175
8	22,742
9	19,570
10	24,000
11	19,570
12	7,972
13	10,197
14	7,972

Fonte: Dos Autores (2022).

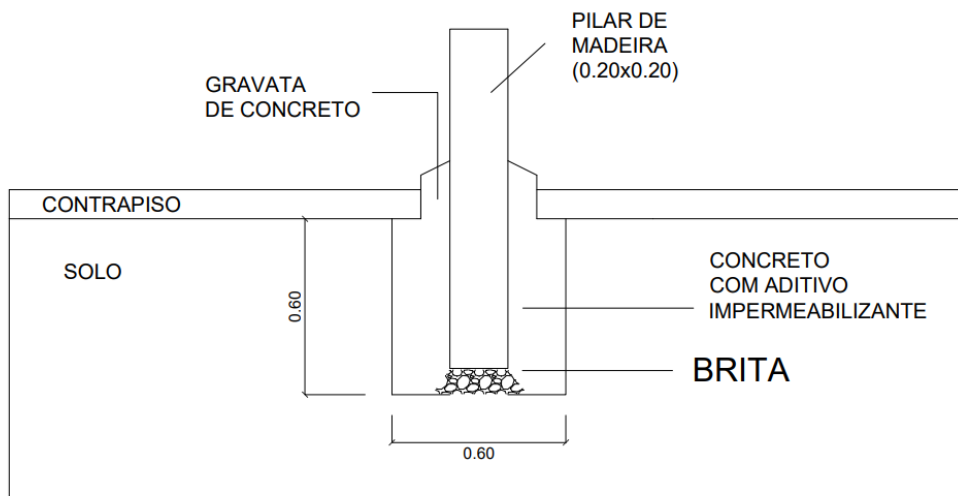
Esses dados indicam que as cargas a serem transmitidas ao solo serão cargas moderadas, característica de estruturas de madeira, por se tratarem de elementos leves. Os pilares mais solicitados serão os pilares de centro 5, 6, 7, 8 e 10, que transmitirão cargas acima de 22 kN.

Posteriormente, os cálculos referentes ao dimensionamento dos sistemas de fundação (APÊNDICE C) indicaram blocos de dimensões inferiores às definidas pela NBR 6122 (ABNT, 2019) e, para tanto, adotou-se a seção mínima recomendada de 0,60m para todos os blocos de fundação. A representação de sua locação encontra-se no Apêndice F.

Os pilares de madeira foram projetados para serem embutidos nos blocos, que posteriormente receberão o concreto com aditivo impermeabilizante, responsável por evitar a

transmissão de umidade do solo para o pilar de madeira, diminuindo as chances do seu apodrecimento. A “gravata” acima do bloco forma uma contenção para que a água, oriunda das chuvas ou de limpezas domésticas, não penetre e entre em contato direto com a madeira no fundo da união. Enfim, foi planejada uma camada de brita na parte inferior do bloco com intuito de drenar qualquer líquido que permaneça no contato entre madeira e concreto. A Figura 12, detalha o sistema.

Figura 12 – Esquema de fixação dos pilares nos blocos de fundação.



Fonte: Dos Autores (2022).

O método escolhido para a fixação de pilares de madeira nos blocos de fundação não é o mais eficaz, entretanto, foi adotado tendo em vista a disponibilidade de recursos financeiros destinados ao projeto Casa do Pesquisador, em que não foram cogitados métodos que utilizassem materiais metálicos, que extrapolaria o orçamento do Instituto.

Para o sistema de vedação das paredes, foi definido o uso de chapas de madeira OSB para áreas secas internas e externas, no sistema de *Wood Frame*, fixadas em perfis montantes, também de madeira, formando as paredes. Para as áreas molhadas, foram adotadas as placas cimentícias, que compuseram o sistema de vedação e auxiliaram na impermeabilização das áreas molhadas e na aderência das peças cerâmicas de revestimento. Em ambos os casos de vedação, foi previsto o uso de membranas de impermeabilização, bem como material de preenchimento, como lã de vidro, para garantir conforto térmico e acústico na residência.

Os caibros de madeira que compuseram a estrutura dos telhados serviram de base para a fixação da membrana hidrófuga, que formará uma camada protetora e impermeabilizante antes da fixação do telhado.

Optou-se pelo telhado composto por placas de madeira OSB, que além de diminuir o peso próprio da estrutura, são formadas por materiais sustentáveis, substituindo a utilização de telhas cerâmicas por telhas vinílicas mais leves.

Essa etapa de concepção se inspirou principalmente em dois trabalhos: Alonso (2019), que correlacionou características de diferentes solos em relação a sua carga de suporte, cujos resultados foram essenciais para o presente dimensionamento; e Monich (2012), cuja contribuição direcionou a escolha da composição das paredes, com montantes de madeira e placas OSB, os elementos estruturais, de preenchimento e de vedação.

4.2 Concepção e Análise do Projeto Elétrico

O projeto elétrico da Casa do Pesquisador englobou a distribuição de pontos de iluminação, disposição dos pontos de tomada e interruptores, dimensionamentos de condutores e distribuição da energia por tramas e ramais.

Para a previsão dos circuitos de iluminação, foi levada em consideração a área referente a cada cômodo previsto no projeto arquitetônico, conforme recomendação da NBR 8995 (ABNT, 2013), que relaciona a quantidade de carga de iluminação necessária de acordo com a área dos ambientes.

A Tabela 6 apresenta dados de área e cargas de iluminação que foram utilizadas no projeto elétrico da Casa do Pesquisador. As informações referentes aos cálculos de dimensionamento elétrico se encontram no Apêndice D.

Tabela 6 – Potência de iluminação obtida para cada cômodo.

CÔMODO	ÁREA (m)	PERÍMETRO (m)	Nº DE PONTOS	POT. (VA)
Varanda	25,20	22,67	6	600
Cozinha	9,80	12,55	1	100
Sala de Jantar	16,67	16,61	2	160
Hall	2,66	6,68	1	100
Banho	4,71	8,7	1	100
Quarto 1	9,95	12,75	1	100
Quarto 2	9,95	12,75	1	100

Fonte: Dos Autores (2022).

A Tabela 6 evidencia que a varanda e a área externa da residência receberam seis pontos de iluminação, todos com carga de 100VA cada. Por apresentar uma grande área, a sala de jantar recebeu dois pontos de iluminação, o primeiro de 100VA e o segundo de 60VA de carga.

Os demais cômodos, como a cozinha, o hall, o banheiro e os dormitórios receberam apenas um ponto de iluminação de 100VA cada. Após analisar os dados, foi possível encontrar a demanda total de potência oriunda das cargas de iluminação, que resultou no somatório de 1.260 VA.

Para a escolha dos locais que receberão as tomadas de uso geral (TUG) e as tomadas de uso específico (TUE) do projeto elétrico elaborado, levou-se em consideração a quantidade mínima de pontos de tomadas, prescrito pela NBR 5410 (ABNT, 2004) e também as necessidades distintas de cada ambiente projetado.

Assim, todos os pontos de tomadas previstos para instalação na Casa do Pesquisador foram TUGs de 110V, com exceção da tomada alta instalada no banheiro para fornecimento de energia para o chuveiro elétrico, que será uma TUE de 220V.

A cozinha recebeu quatro pontos de tomada, sendo duas destas instaladas sobre a bancada da pia e as outras espalhadas pelo perímetro da cozinha considerando previsão de locação de eletrodomésticos. Na varanda, foi disposta apenas uma tomada. Nos dormitórios, cujo perímetro é de 12,75 metros, foram dispostas três tomadas por acomodação. Distribuiu-se três tomadas na sala de jantar, cujo perímetro é de 16,61 metros. No banheiro, foram dispostas duas tomadas, uma de média altura, próxima ao lavatório, e outra alta, pra garantir o fornecimento de energia ao chuveiro elétrico.

A partir da posição estabelecida para cada ponto elétrico, iniciou-se o dimensionamento dos condutores elétricos de cada um dos seis circuitos projetados, cujas informações estão expressas na Tabela 7.

Tabela 7 – Seções calculadas para os condutores elétricos de cada circuito.

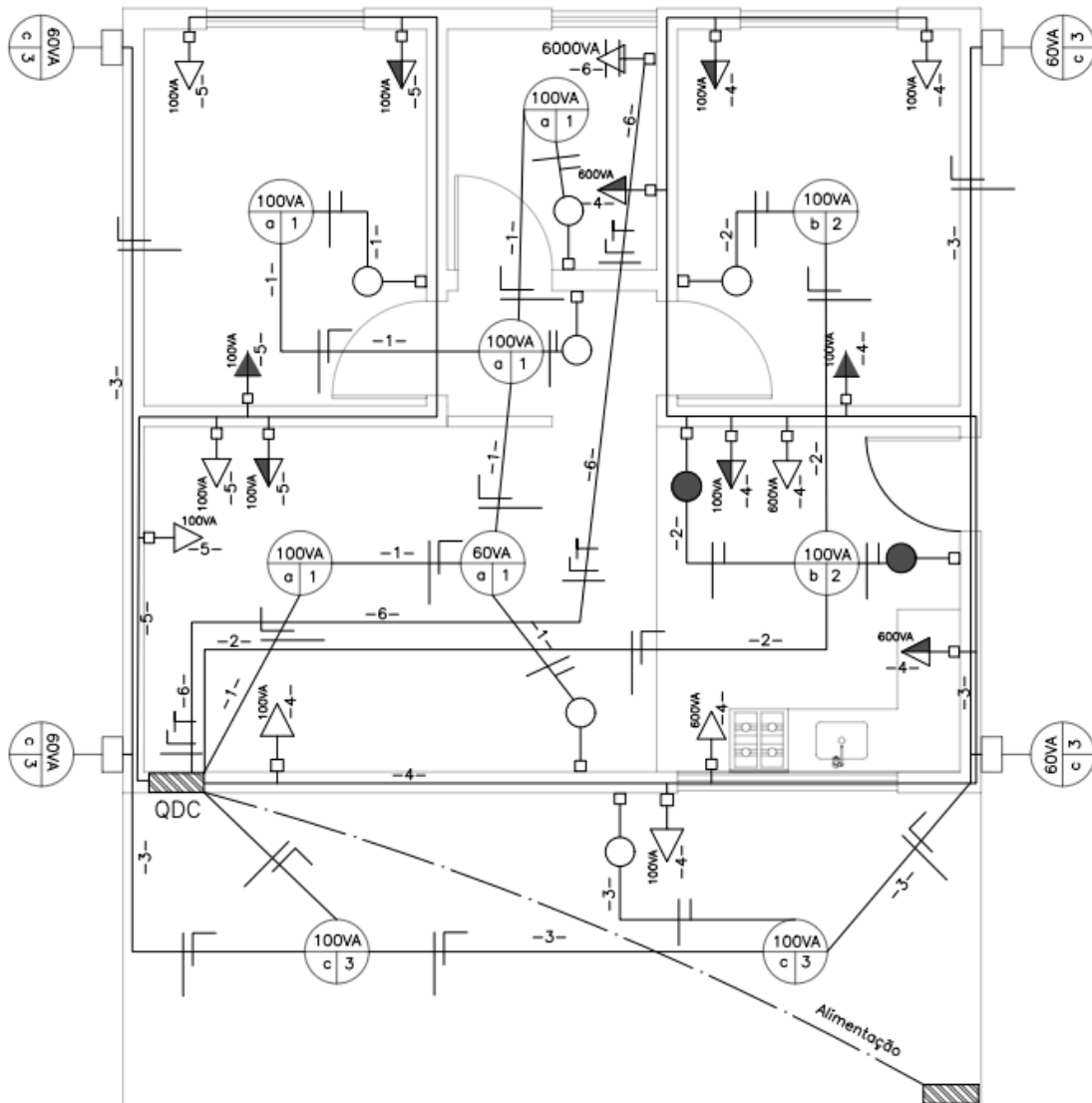
CIRC.	TIPO	POTÊNCIA (VA)	TENSÃO (V)	CORRENTE DE PROJETO (A)	SEÇÃO ENCONTRADA (mm ²)	SEÇÃO MÍN. (mm ²)	SEÇÃO ADOTADA (mm ²)
1	Ilum.	460	127	3,622	0,5	1,5	1,5
2	Ilum.	200	127	1,575	0,5	1,5	1,5
3	Ilum.	600	127	4,724	0,5	1,5	1,5
4	T.U.G	2900	127	22,835	2,5	2,5	2,5
5	T.U.G	500	127	3,937	0,5	2,5	2,5
6	T.U.E	6.000	220	27,273	2,5	2,5	2,5

Fonte: Dos Autores (2022).

Utilizando a corrente de projeto (I_p) e com auxílio da Tabela 3, foi possível encontrar os valores da seção para cada condutor elétrico. Como as seções referentes aos circuitos 1, 2, 3 e 5 calculadas não atingiram a seção mínima normativamente estabelecida, seus valores foram adotados para garantir conformidade à norma.

O Apêndice G apresenta o projeto elétrico desenvolvido (simplificado na Figura 13), contendo a disposição dos circuitos elétricos e especificando os pontos de iluminação, os pontos de tomadas e interruptores, o fornecimento de energia, a localização do quadro de energia e toda trama da rede elétrica residencial, bem como notas e legendas.

Figura 13 – Projeto Elétrico da Casa do Pesquisador (sem escala).



Fonte: Dos Autores (2022).

A disposição dos condutos elétricos foi desenvolvida de acordo com a necessidade de cada locação. Foram evitadas curvas acentuadas, intercepções com outros elementos e caminhos longos. O quadro geral foi fixado na parede da sala de jantar, local visível e de fácil acesso no caso de possíveis panes elétricas. O circuito 6 foi separado dos demais por ser responsável somente pelo fornecimento de energia para o chuveiro.

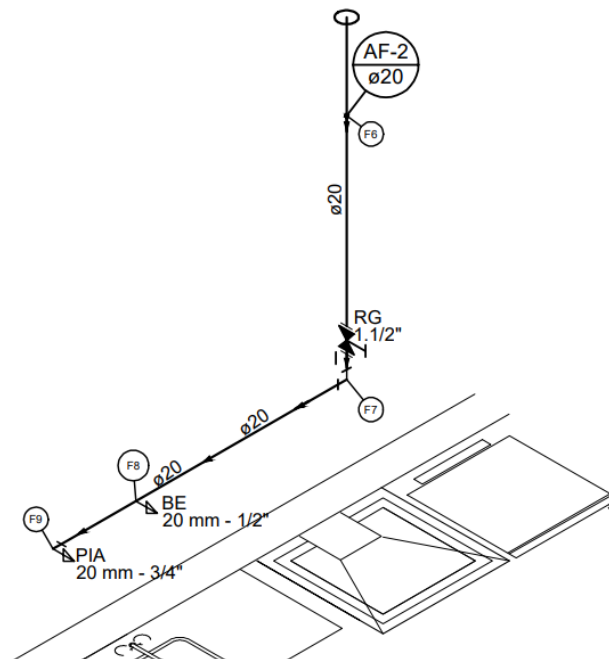
4.3 Concepção e Análise dos Projetos de Água Fria e Esgoto

Por meio dos cálculos e metodologias exemplificadas no Apêndice E, foi possível dimensionar o volume do reservatório de água fria do projeto hidráulico do Instituto Alto Montana. Para ser capaz de armazenar o montante de dois dias de uso de água residencial o reservatório deverá apresentar um volume de, no mínimo, 300 litros. O sistema de reserva de água deve conter uma tubulação direcionada para a limpeza do reservatório e um sistema de para extravasar o excesso de água, como prescrito pela NBR 5626 (ABNT, 2020).

Os cômodos da edificação com demanda de água fria são o banheiro e a cozinha, eventualmente denominados como “áreas molhadas”. Cada área molhada recebeu um registro de gaveta. Os aparelhos sanitários presentes no banheiro são chuveiro e pia; enquanto na cozinha foram previstas uma pia e uma saída de água para alimentar o filtro de água. Outro ponto de fornecimento de água fria foi instalado na parte exterior à residência, para fornecimento de água no jardim.

A Figura 14 contém uma representação isométrica da disposição dos componentes do projeto hidráulico de abastecimento de água fria no ambiente da cozinha, de maneira que o projeto completo está disposto no Apêndice H.

Figura 14 – Detalhamento hidráulico isométrico de água fria da cozinha.



Fonte: Dos Autores (2022).

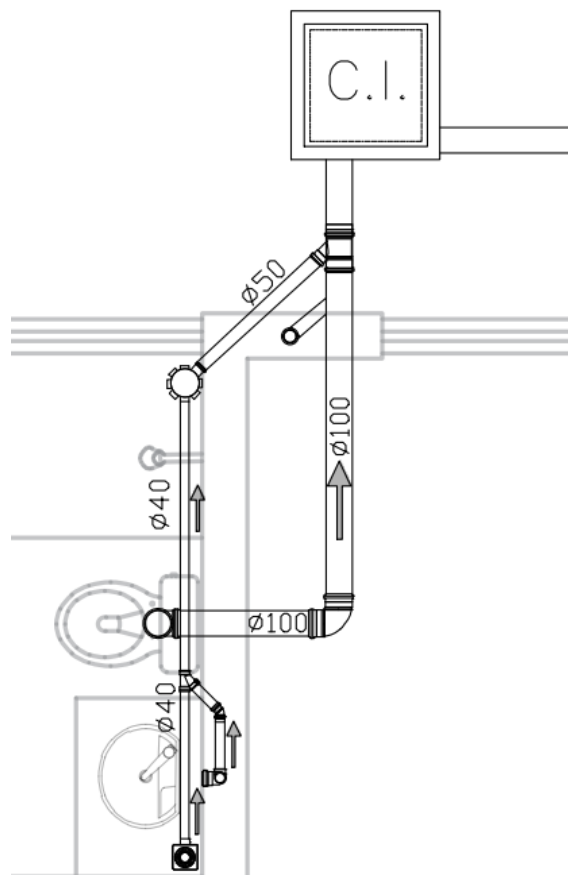
O presente trabalho apresentou um dimensionamento com um baixo índice de perda de carga por se tratar de um sistema de distribuição simples. Assim como no trabalho de Júnior

(2018), que embasou os cálculos deste projeto, em que se levou em consideração a perda de carga de cada elemento do sistema, pode-se dizer que em ambos os resultados não houveram interferências no fornecimento de água fria por parte das perdas de carga do sistema.

Partiu-se, então, para a vertente sanitária do projeto, que visa representar a coleta, a condução dos resíduos descartados pelos aparelhos sanitários, provenientes do uso diário residencial, até os cuidados da concessionária local, incumbida de conduzir os devidos processos de cuidados com o material descartado.

Na parte externa à residência, foi utilizada uma caixa de inspeção (identificada como CI) para recebimento do esgoto oriundo dos aparelhos sanitários do banheiro. É um elemento importante por permitir a limpeza, desobstrução, mudanças de declividade e direção das tubulações de esgoto. Foram definidos quatro elementos de coleta de esgoto no banheiro, responsáveis por captar os dejetos da pia, do vaso sanitário e do ralo do chuveiro (FIGURA 15).

Figura 15 – Detalhamento do sistema de esgoto projetado para o banheiro.



Fonte: Dos Autores (2022).

A Figura 15 expõe as ramificações, tubulações e componentes do sistema de coleta e esgoto do banheiro da Casa do Pesquisador. A coleta do esgoto da pia e do vaso sanitário

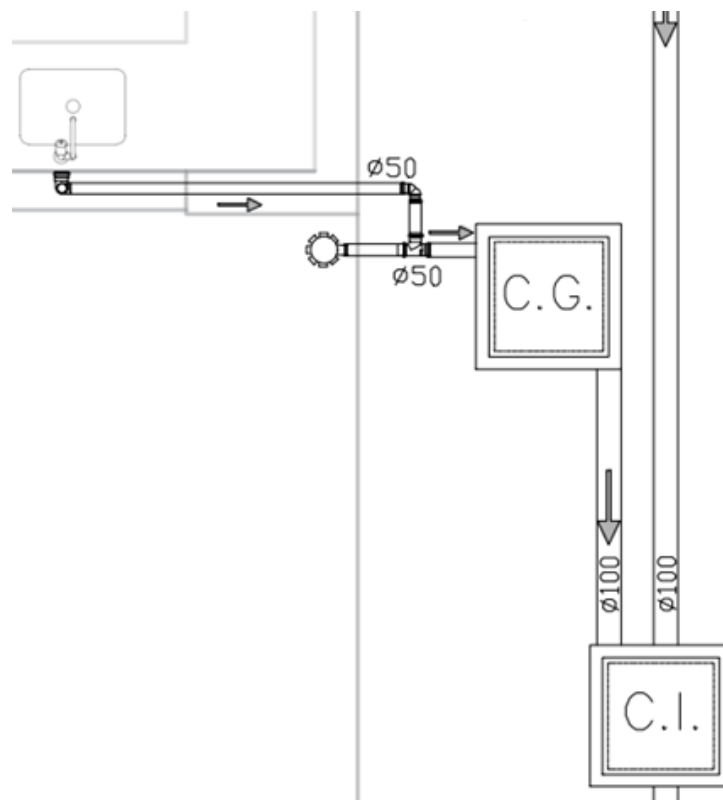
ocorrerá por meio de canos PVC e também se fez o uso de dois ralos para coleta de água: um fixado logo abaixo da pia, para auxiliar na condução de líquidos de processos de limpeza do banheiro, e outro na área de banho, para captar a água após a utilização do chuveiro. Todos os canais de coleta de esgoto do banheiro conduzirão os dejetos para a mesma caixa de inspeção, fixada externamente, que posteriormente conduzirá o esgoto para os cuidados da concessionária que efetuará o tratamento.

Além disso, como recomendado na NBR 8160 (ABNT, 1990), foi utilizado um sistema de ventilação, por meio de um encanamento de PVC, responsável por encaminhar os gases do esgoto para a atmosfera externa, evitando disseminação de odores indesejáveis pela instalação.

Apenas um aparelho sanitário foi planejado na cozinha do projeto arquitetônico da Casa do Pesquisador. Uma tubulação de PVC ficou a cargo de coletar os resíduos gerados pela pia da cozinha. Na varanda externa, foi locado um ralo no nível do piso como apoio para limpezas futuras.

Por sua vez, a Figura 16 apresenta as ramificações, tubulações e componentes do sistema de coleta e esgoto da cozinha.

Figura 16 – Detalhamento do sistema de esgoto projetado para a cozinha.



Fonte: Dos Autores (2022).

Após coletar todo efluente oriundo da pia da cozinha e do ralo externo fixado na varanda e direcioná-los à caixa de gordura, o sistema de esgoto conduzirá os dejetos filtrados à segunda caixa de inspeção do sistema, antes de destinar todo resíduo aos cuidados da concessionária.

Os detalhamentos, quantitativos, observações e tabelas com dimensões e alturas propostas para aparelhos sanitários estão expostos no Apêndice I.

4.4 Concepção e Análise do Projeto de Captação de Águas Pluviais

Realizados os cálculos de dimensionamento pelo método da simulação (APÊNDICE E), obteve-se os dados da Tabela 8:

Tabela 8 – Dimensionamento volume mensal do reservatório pelo método da simulação.

MÉTODO DA SIMULAÇÃO						
Meses	P (mm)	D mensal	A (m²)	Q(t) (m³)	S (t-1) (m³)	S (t) (m³)
Janeiro	415	2,7	107,19	24,91	0,00	3,15
Fevereiro	311	2,4	107,19	18,67	3,15	3,15
Março	290	2,7	107,19	17,41	3,15	3,15
Abril	115	2,6	107,19	6,90	3,15	3,15
Mai	77	2,7	107,19	4,62	3,15	3,15
Junho	41	2,6	107,19	2,46	3,15	3,01
Julho	46	2,7	107,19	2,76	3,01	3,07
Agosto	50	2,7	107,19	3,00	3,07	3,15
Setembro	130	2,6	107,19	7,80	3,15	3,15
Outubro	198	2,7	107,19	11,89	3,15	3,15
Novembro	262	2,6	107,19	15,73	3,15	3,15
Dezembro	383	2,7	107,19	22,99	3,15	3,15
TOTAL	2318	31,7				

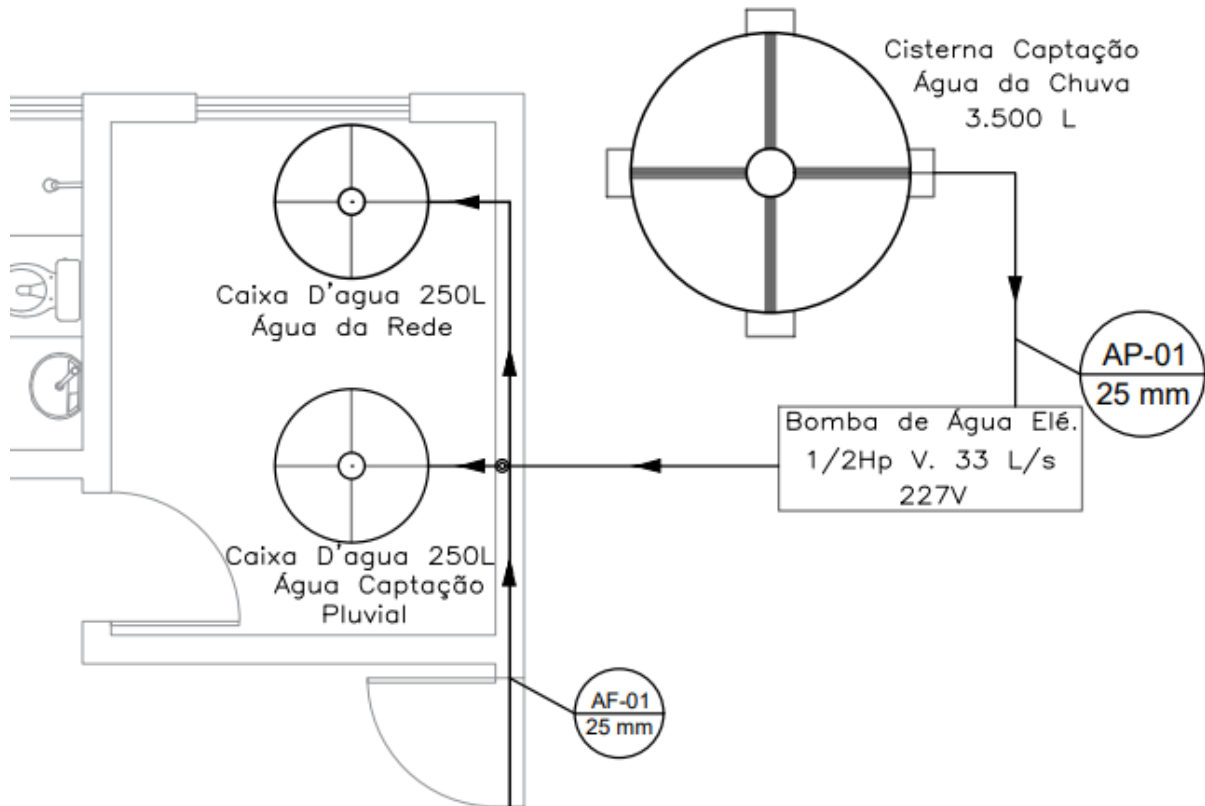
Fonte: Dos Autores (2022).

Utilizando dados como média das precipitações, demanda mensal de consumo de água e área de captação do sistema, foi possível estipular um volume de 3150 litros para o reservatório de águas pluviais.

O volume mensal de água no reservatório S(t) foi de 3,15 m³. Então, o volume adotado para o reservatório foi de 3500 litros, maior valor comercial acima do volume encontrado pelos cálculos.

O sistema de abastecimento de água da Casa do Pesquisador (APÊNDICE J) previsto contém três reservatórios de água, como evidenciado na Figura 17, onde dois destes reservatórios serão de uso do sistema de captação pluvial – um subterrâneo com capacidade para 3500 litros e outro de 250 litros – e outro para o sistema de abastecimento de água fria.

Figura 17 – Detalhamento do reservatório de águas pluviais.



Fonte: Dos Autores (2022).

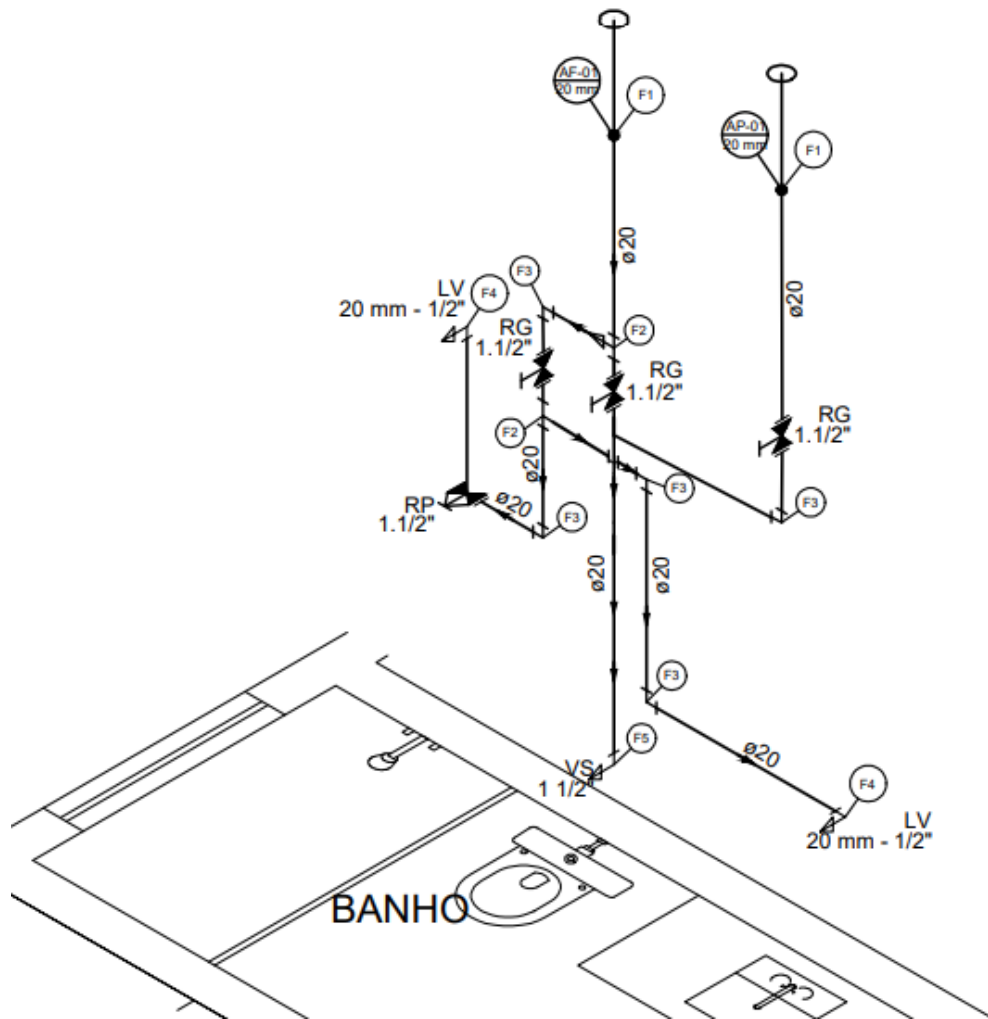
Como o volume captado deve ser transferido para o reservatório superior para posteriormente abastecer os aparelhos sanitários, uma bomba elétrica foi utilizada com o intuito de elevar a água do reservatório subterrâneo até o reservatório elevado, ambos de água de captação pluvial.

O vaso sanitário será abastecido tanto pelo volume captado das chuvas como pela água potável, para garantir um abastecimento sem paralisação em casos onde a água oriunda de captação não seja suficiente para suprir a demanda, de maneira que os registros de gavetas instalados no sistema alterem a fonte de fornecimento de água para o aparelho sanitário.

Conforme prevê a NBR 15527 (ABNT, 2019), os aparelhos sanitários que farão o uso da água não potável captada serão o vaso sanitário e uma torneira de jardim anexada externamente à residência.

A Figura 18 contém a representação isométrica do sistema de abastecimento de água do banheiro da residência, apresentando tanto o sistema de distribuição de água fria (potável) quanto o sistema de distribuição de água reaproveitável (não potável).

Figura 18 – Detalhamento do reservatório de águas pluviais.



Fonte: Dos Autores (2022).

O presente trabalho prestou-se a buscar uma maneira sustentável e encontrou no reaproveitamento de águas pluviais uma forma de reduzir desperdícios desnecessários de água potável, como para utilização em bacias sanitárias, lavagem de roupas e limpeza de áreas comuns. Inclusive, os dados pluviométricos verificados indicam que a precipitação inerente ao local é suficiente para prover água de maneira a suprir a demanda da Casa do Pesquisador.

4.5 Planejamento da Obra utilizando princípios do *Lean*

A seguir, são apresentados os resultados e as ferramentas de apoio à obra elaboradas conforme a filosofia *lean construction*.

A Tabela 9 representa os serviços, agrupados em pacotes de serviços conforme similaridades, seguida do tempo de execução estimado para cada um.

Tabela 9 – Pacotes de serviços e tempo de execução estimado em dias.

PACOTES DE SERVIÇO	ATIVIDADES	TEMPO DE EXECUÇÃO ESTIMADO (DIAS)
Atividades Preliminares	Preparação e limpeza do terreno	2
	Delimitação – Gabarito	1/2
	Marcação dos blocos de fundação	1/2
Estrutura	Escavação dos blocos	3
	Fixação dos pilares de madeira	3
	Concretagem	1
	Montagem estrutura de madeira	7
Contapiso	Delimitação do contrapiso	1/2
	Infra elétrica, hidrossanitária e pluvial	2 1/2
	Compactação do solo	2
	Concretagem contrapiso	1
	Regularização	1
Wood Frame	Montagem da Vedação <i>Wood Frame</i> (1ª etapa – ripas delimitação de esquadrias)	3
	Disposição membrana hidrófuga	1/2
	Montagem da Vedação (2ª etapa – fixação chapas externas)	3
	Passagem dos conduites elétricos e tubulação hidrossanitária	1 1/2
	Isolamento Acústico Lã de Vidro	1/2
	Montagem da Vedação (3ª etapa – fixação chapas internas)	3
Cobertura	Fixação caibros de cobertura e disposição manta	1
	Fixação chapas OSB cobertura	1
Esquadrias	Instalação de janelas	1
	Instalação de portas	1
Cerâmica	Impermeabilização	1
	Azulejo áreas molhadas	1
	Piso cerâmico áreas molhadas	1
Pintura	Emassamento (interno e externo)	1
	Lixa (interno e externo)	1
	Pintura (interno e externo)	1
Acabamento	Piso vinílico	1
	Fixação de cubas	1/3
	Instalação de bancadas	1/3
	Instalação de louças e metais	1/3
	Luminárias e acabamentos elétricos	1

Fonte: Dos Autores (2022).

É válido ressaltar que o prazo da obra não deve ser calculado pelo somatório desses dias, visto que eles não incluem tempos de cura e que há a possibilidade de diferentes atividades, realizadas por diferentes colaboradores, acontecerem simultaneamente.

O planejamento de Moura (2017) para uma casa em *wood frame* com 166m² de área construída previu uma obra concluída em 14 semanas. Analisando a proporcionalidade, é possível inferir que o planejamento elaborado é plausível, uma vez que para uma residência de 86,10m² previu-se uma obra de 7 semanas.

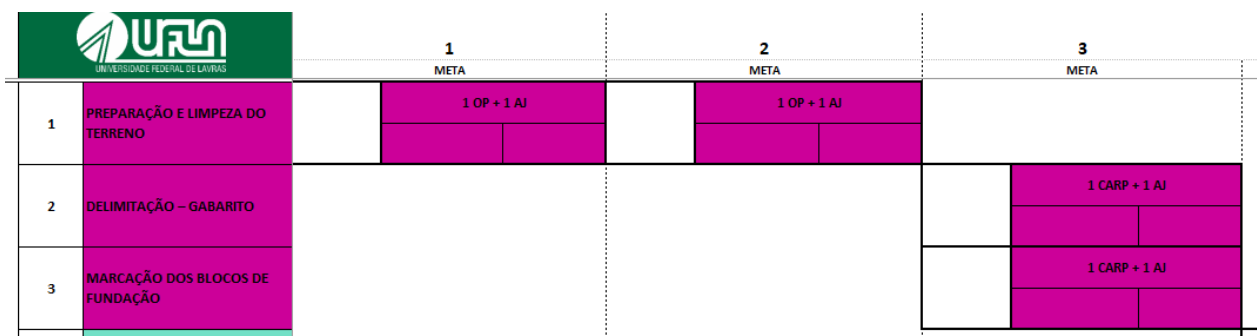
Em seguida, estimou-se a quantidade de mão de obra requerida para execução de cada atividade, sendo dispostas na Tabela 10 por meio da relação ajudante/oficial, juntamente com sua respectiva tecnologia ou metodologia de execução.

Tabela 10 – Tecnologia e relação ajudante/oficial para cada etapa da obra.

	SERVIÇOS	TECNOLOGIA	AJUD/OFIC
1	Preparação e limpeza do terreno	Maquinário	1/1
2	Delimitação – Gabarito	Montagem Tradicional	1/1
3	Marcação dos blocos de fundação	Tradicional	1/1
4	Escavação dos blocos	Maquinário	0/3
5	Fixação dos pilares de madeira	Parafusos	1/1
6	Concretagem	Produzido <i>in loco</i>	1/1
7	Montagem estrutura de madeira	Parafusos e Encaixes	0/2
8	Delimitação do contrapiso	Manual com Sarrafos	0/1
9	Infra elétrica, hidrossanitária e pluvial	Tradicional	0/2
10	Compactação do solo	Compactação Mecânica	1/0
11	Concretagem contrapiso	Produzido <i>in loco</i>	1/1
12	Regularização	Argamassa Colante	0/1
13	Montagem vedação <i>Wood Frame</i> (1ª etapa)	Fixação Sarrafos com Parafusos	1/1
14	Disposição Membrana Hidrófuga	Fixação com Grampeador	1/1
15	Montagem vedação externa (2ª etapa)	Fixação Placas com Parafusos	1/1
16	Passagem dos conduites elétricos e Tubulação hidrossanitária	Tradicional	0/2
17	Isolamento Acústico <i>Wood Frame</i>	Preenchimento com Lã de Vidro	0/1
18	Montagem vedação interna (3ª etapa)	Fixação Placas com Parafusos	1/1
19	Fixação caibros de cobertura e disposição membrana hidrófuga	Fixação Caibros com Parafusos	1/1
20	Fixação chapas OSB cobertura	Fixação Chapas com Pregos	1/1
21	Instalação de janelas	Tradicional	1/1
22	Instalação de portas	Tradicional	1/1
23	Impermeabilização	Tradicional	1/0
24	Azulejo áreas molhadas	Manual	1/1
25	Piso cerâmico áreas molhadas	Manual	1/1
26	Emassamento (interno e externo)	Manual	0/2
27	Lixa (interno e externo)	Manual	0/2
28	Pintura (interno e externo)	Manual	0/2
29	Piso vinílico	Adesivo e Encaixe	-
30	Fixação de cubas	Tradicional	1/0
31	Instalação de bancadas	Tradicional	0/1
32	Instalação de louças e metais	Tradicional	1/0
33	Luminárias e acabamentos elétricos	Tradicional	0/1

A classificação da mão de obra foi composta pelas categorias: Oficial, onde se enquadram Pedreiros e Operadores de Máquinas, Carpinteiro, Pintor, Bombeiro Hidráulico, Eletricista, Azulejista – geralmente um pedreiro com mais especialidade e experiência na execução da atividade – e Ajudantes. Na Tabela 10 não consta a mão de obra advinda de empreiteiro ou de empresas que realizam o fornecimento e a instalação dos materiais de acabamento. Por se tratar de uma edificação pequena e uma obra relativamente simples, a relação Ajudante/Oficial revela a quantidade absoluta de colaboradores para cada atividade. A fim de permitir uma melhor visualização, as informações das Tabelas 9 e 10 foram dispostas em um Diagrama de Gantt. A Figura 19 retrata um recorte do primeiro pacote de serviço, de Atividades Preliminares, a título de exemplificação, entretanto, o Diagrama completo pode ser visualizado no Apêndice K.

Figura 19 – Representação do pacote “Atividades Preliminares” no Diagrama de Gantt.

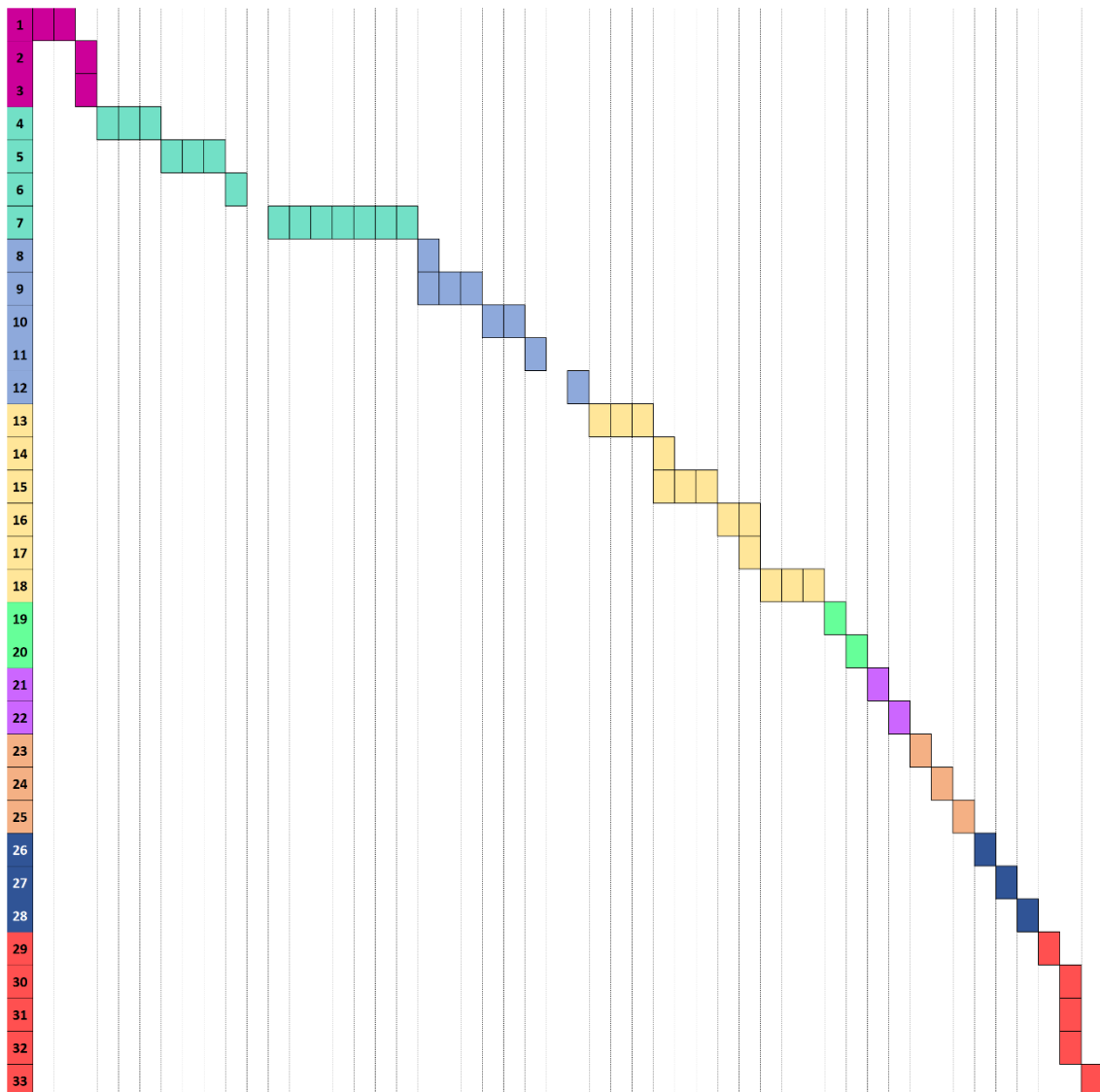


Fonte: Dos Autores (2022).

A Figura 20 retrata o Diagrama de Gantt planejado para a obra, de maneira visualmente simplificada. A identificação das atividades foi indicada pelos mesmos números da Tabela 10, agrupadas em cores conforme pacotes de serviços similares, a saber: atividades preliminares, estrutura, contrapiso, *wood frame*, cobertura, esquadrias, cerâmica, pintura e acabamento.

Os blocos distribuídos ao longo do eixo horizontal, por sua vez, posicionam a realização dos serviços ao longo do tempo, em dias úteis, onde é possível verificar a realização de atividades simultâneas, quando possível.

Figura 20 – Diagrama de Gantt simplificado com as atividades distribuídas conforme tempo de execução.



Fonte: Dos Autores (2022).

Por meio dessa ferramenta, foi possível visualizar e planejar melhor a obra, de maneira que as atividades foram distribuídas ao longo de 50 dias produtivos até sua conclusão. Para tanto, não foram considerados finais de semana e feriados. Ademais, os pacotes de serviços foram distribuídos seguindo a unidade de tempo “dia”, de maneira a absorver imprevistos e atrasos de tarefas. Por meio desta projeção, é possível notar que a mão de obra necessária para executar a obra do início ao fim seria composta por:

- 3 Operadores de Maquinário;
- 1 Pedreiro;
- 1 Ajudante;

- 2 Carpinteiros;
- 1 Ajudante de Carpinteiro;
- 2 Pintores;
- 1 Azulejista;
- 1 Bombeiro Hidráulico;
- 1 Eletricista.

Analisando o insumo humano requerido, é válido ressaltar que uma mão de obra mais especializada, experiente e multidisciplinar geraria reduções neste levantamento, tendo como exemplos que o Ajudante de Pedreiro e de Carpinteiro poderia ser o mesmo funcionário, ou no caso do Azulejista e do Pedreiro, que poderiam se tratar da mesma pessoa.

Posteriormente, por meio de pesquisas e ligações em fornecedores, levantou-se o quantitativo de materiais e foi realizado um cronograma dos suprimentos necessários para conclusão da obra (APÊNDICE L). O arquivo digital dessa planilha foi elaborado de modo que, a partir da indicação da data planejada para ocorrência de determinada atividade, a planilha retorna a data máxima que deve ser considerada para realizar a compra do insumo. A Tabela 11 ilustra a seção de pilares do quantitativo elaborado, em que foi inserida uma data fictícia de realização da atividade para melhor visualização da ferramenta.

Tabela 11 – Quantitativo de pilares da obra de seção 20x20cm.

PILARES						
Qtd. Peças	Comprimento (cm)	Identific.	Madeira	Prazo	Início Planejado	Data Compra
4	390	P1, P2 ,P3 P4	D30	45	31/10/2022	16/09/2022
4	650	P5, P6, P7, P8	D30	45	31/10/2022	16/09/2022
3	520	P9, P10, P11	D30	45	31/10/2022	16/09/2022
3	340	P12, P13, P14	D30	45	31/10/2022	16/09/2022

Fonte: Dos Autores (2022).

A partir das restrições previamente elencadas, passíveis de interferirem ou impedirem a conclusão da obra segundo os prazos definidos, foi possível atrelar a atividade às suas restrições potenciais, cujos dados foram apresentados na Tabela 12, que contempla o nome da atividade e o número da restrição correspondente, conforme tópicos elencados na seção de Materiais e Métodos.

Tabela 12 – Restrições para cada atividade da obra.

ATIVIDADES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Preparação e limpeza do terreno		x		x						
2	Delimitação – Gabarito	x									
3	Marcação dos blocos de fundação	x			x						
4	Escavação dos blocos		x								
5	Fixação dos pilares de madeira	x	x	x	x			x			
6	Concretagem	x	x		x			x	x		
7	Montagem estrutura de madeira	x	x	x	x			x		x	
8	Delimitação do contrapiso	x				x					
9	Infra elétrica, hidrossanitária e pluvial	x		x							
10	Compactação do solo	x	x	x							
11	Concretagem contrapiso	x	x		x			x	x		
12	Regularização	x	x	x				x	x		
13	Montagem vedação <i>Wood Frame</i> (1ª etapa)	x	x	x	x			x		x	
14	Disposição Membrana Hidrófuga	x									
15	Montagem vedação externa (2ª etapa)	x	x	x	x			x		x	
16	Passagem dos conduites elétricos e tubulação hidrossanitária	x	x	x							
17	Isolamento Acústico Lã de Vidro	x				x		x		x	
18	Montagem vedação interna (3ª etapa)	x	x	x	x	x		x		x	
19	Fixação caibros de cobertura e disposição manta	x	x	x	x	x		x		x	
20	Fixação chapas OSB cobertura	x	x	x	x	x		x		x	
21	Instalação de janelas	x	x	x		x		x	x	x	
22	Instalação de portas	x	x	x		x		x	x	x	
23	Impermeabilização	x	x				x		x		
24	Azulejo áreas molhadas	x	x	x		x	x	x	x	x	
25	Piso cerâmico áreas molhadas	x	x	x		x	x	x	x	x	
26	Emassamento (interno e externo)	x			x				x		
27	Lixa (interno e externo)	x	x		x	x			x		
28	Pintura (interno e externo)	x			x	x	x	x	x		
29	Piso vinílico	x		x		x	x		x	x	
30	Fixação de cubas	x					x		x	x	
31	Instalação de bancadas	x	x	x		x		x	x	x	
32	Instalação de louças e metais	x				x				x	
33	Luminárias e acabamentos elétricos	x	x	x						x	x

Fonte: Dos Autores (2022).

A Tabela 12 contempla os critérios mais comuns que merecem atenção para garantir a execução de cada um dos serviços e configura uma ferramenta de planejamento que pode auxiliar na antecipação de diversos imprevistos que podem vir a acontecer na obra.

Enfim, efetuou-se o levantamento de maquinários, equipamentos e ferramentas em geral que não estavam inclusos nas compras de suprimentos e que, eventualmente, os construtores não os possuem. O objetivo era construir uma ferramenta capaz de auxiliar tanto na programação de orçamento quanto garantir que a locação seja realizada até a data pré-definida para realização do serviço na obra, de maneira a não impactar no prazo final. A Tabela 13 resume os serviços e seus respectivos equipamentos demandados.

Tabela 13 – Locação de Equipamentos conforme atividades planejadas.

ATIVIDADES		EQUIPAMENTOS
1	Preparação e limpeza do terreno	Retroescavadeira
4	Escavação dos blocos	Perfuratriz
5	Fixação dos pilares de madeira	Parafusadeira
6	Concretagem	Betoneira e Vibrador
7	Montagem estrutura de madeira	Serra Circular e Parafusadeira
10	Compactação do solo	Compactador Mecânico
11	Concretagem contrapiso	Betoneira e Vibrador
12	Regularização	Batedor
13	Montagem vedação <i>Wood Frame</i> (1ª etapa)	Serra Circular e Parafusadeira
15	Montagem vedação externa (2ª etapa)	Serra Circular e Parafusadeira
16	Passagem dos conduites elétricos e tubulação hidrossanitária	Serra Circular e Furadeira
18	Montagem vedação interna (3ª etapa)	Serra Circular e Parafusadeira
19	Fixação caibros de cobertura e disposição manta	Serra Circular e Parafusadeira
20	Fixação chapas OSB cobertura	Serra Circular e Parafusadeira
21	Instalação de janelas	Serra Circular e Parafusadeira
22	Instalação de portas	Serra Circular e Parafusadeira
24	Azulejo áreas molhadas	Riscadeira, Serra Mármore e Batedor
25	Piso cerâmico áreas molhadas	Riscadeira, Serra Mármore e Batedor
27	Lixa (interno e externo)	Lixadeira Girafa e Aspirador
31	Instalação de bancadas	Serra Mármore
33	Luminárias e acabamentos elétricos	Furadeira e Parafusadeira

Fonte: Dos Autores (2022).

Enfim, similar ao Diagrama de Gantt das atividades da obra, foi elaborado um diagrama contendo a previsão de possíveis locações de equipamentos, apresentados no Apêndice M.

O desenvolvimento dessas ferramentas de planejamento carrega consigo a expectativa de que elas acometem diretamente os 11 princípios do *lean* para redução de desperdícios (FIGURA 3) elencados por Koskela (1992). Uma análise de eficácia teria mais precisão se realizada tanto por meio de monitoramento constante durante a execução da obra quanto ao final com todos os dados levantados. Contudo, neste momento, é possível realizar algumas observações e afirmações acerca do alinhamento e do impacto inicial do planejamento em relação aos princípios *lean*:

1. Redução da parcela das atividades que não agregam valor: O levantamento prévio das atividades sequenciadas e simultâneas e seu agrupamento em pacotes de serviço atuaram nessa questão, uma vez que a previsibilidade e o agrupamento em etapas maiores tendem a eliminar desperdícios de movimentos, de espera, de inspeção, de transporte, dentre outros.
2. Aumentar o valor do produto por meio das considerações das necessidades dos clientes: Pode-se dizer que o plano de necessidades elaborado previamente ao projeto arquitetônico contribuiu para o envolvimento do cliente, garantindo satisfação e alinhamento com suas demandas específicas.
3. Reduzir a variabilidade: Isso foi possível por meio da redução de incertezas e aumento da previsibilidade. De maneira geral, todas as ferramentas elaboradas facilitaram essa redução, uma vez que buscaram reduzir tempo, mão de obra, matéria prima, amparando a possibilidade de se obter um produto final mais uniforme. Os cronogramas contribuíram na redução do volume de produtos que não agregam valor. Durante a execução da obra, o ideal é que, sempre que surgir um problema, sua causa-raiz seja eliminada. Ademais, como há pouca mão de obra oficial em cada atividade, viabilizou-se maior padronização das atividades.
4. Reduzir o tempo de ciclo de produção: Isso foi facilitado pelo fato de se tratar de uma obra pequena e simples; pela utilização do *wood frame* como método de vedação; pelos cronogramas que além de sequenciarem as atividades, também consideraram possibilidades de execuções simultâneas; pelo mapeamento de restrições, cuja solução prévia foi viabilizada; pelas reduções de atividades que não agregam valor; bem como devido à mão de obra reduzida e capacitada, que retiraram as barreiras burocráticas, das falhas de comunicação e de falta de qualidade.
5. Simplificar mediante a redução do número de passos: Esse tópico foi facilitado pela adoção de equipes polivalentes e autônomas para execução dos serviços; planejamentos realizados em forma de controles visuais de fácil compreensão;

eliminação de atividades que não agregam valor; redução das etapas de fluxo de material e de informação promovidas pelo desenvolvimento das ferramentas.

6. Aumentar a flexibilidade: Promovida pela compressão de tempo de ciclo; pela transparência e pela utilização de uma força de trabalho polivalente.
7. Aumentar a transparência do processo: A organização das ferramentas *lean* em controles visuais tornaram o processo transparente e observável, compreensível para todos os funcionários. O ideal é que sejam incorporadas às áreas de trabalho.
8. Focar no controle do processo global: Facilitado pelo *design* prévio da execução da obra do início ao fim.
9. Introduzir melhoria contínua no processo: A adoção do *lean* como filosofia base de todos os processos corroborou isso, visto que o *kaizen* é parte dele, entretanto, durante a execução da obra pode ser mais significativa e impactante, sendo realizada por monitoramentos constantes, definição de indicadores e metas e atuação efetiva sobre as causas-raízes de eventuais problemas.
10. Manter o equilíbrio entre melhorias de fluxo e melhorias no processo de transformação: O planejamento prévio promoveu melhoria de fluxos, sobretudo de insumos, enquanto a melhoria geral do fluxo da obra promoveu uma melhoria no processo de transformação – considerando que a conversão em produto acabado consiste na conclusão da obra, analisando-a sob a ótica da produção.
11. Fazer *benchmarking*: A pesquisa que inspirou o presente trabalho serviu como um estímulo ao *benchmarking*, uma vez que fomentou a incorporação de boas práticas e o ganho de superioridade devido à combinação de pontos fortes de diferentes trabalhos, produzindo soluções melhoradas e mais completas.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho propôs a versão final dos projetos arquitetônico e complementares para a Casa do Pesquisador, que será construída no Instituto Alto Montana.

A edificação apresenta caráter econômico e sustentável, conforme solicitado pelo Instituto, considerando seus materiais, método construtivo e potencial otimização oferecida tanto pelos projetos, quanto pelas ferramentas alinhadas aos 11 princípios para redução de desperdícios da filosofia *lean*.

A partir das projeções realizadas, é possível dizer que as ferramentas elaboradas farão com que a obra da Casa do Pesquisador se erga com um número reduzido de profissionais envolvidos em sua construção; sem grandes estoques, conforme a filosofia *just-in-time*; sem grandes desperdícios de materiais, tanto pelo método construtivo adotado, quanto pelos cronogramas realizados, que previram as quantidades demandadas de cada material.

Assim, pode-se dizer que há grande tendência de a construção seguir no ritmo previamente estabelecido e ser concluída em 50 dias produtivos, uma vez que restrições e imprevistos em potencial já foram mapeados e, conseqüentemente, há maior chance de sua mitigação. Os produtos gerados por este trabalho promovem transparência e auxiliam no monitoramento, quesitos fundamentais levantados por Koskela (1992).

A realização deste trabalho teve como limitação a restrição da literatura disponível sobre a aplicação em campo de ferramentas simultâneas do *lean construction* em obras residenciais de pequeno porte, uma vez que ela aborda, majoritariamente, obras de grande porte, onde há um grande volume de insumos, de colaboradores, de atividades e de desperdícios, além de fatores como sequenciamento, repetições e simultaneidade de atividades. Entretanto, esta pesquisa apresenta indícios de que esse campo começou a ser mais explorado. Dessa forma, este trabalho apresenta potencial de fornecer embasamento para futuras pesquisas que desejem envolver essa filosofia a obras residenciais de reduzida complexidade.

Durante a execução da obra, há a oportunidade de se adotar algumas ferramentas complementares de *lean*, sobretudo de controle visual e diário. Um exemplo seria a utilização dos planejamentos semanais, em que o *Look-Ahead Plan* elaborado é semanalmente revisado e realinhado com os trabalhadores em reuniões diárias. Também é recomendável o monitoramento de indicadores, como o PPC (Porcentagem do Planejamento Concluído), que mensura a adesão ao planejamento, como pode ser observado nos trabalhos desenvolvidos por Moura (2008) e Formoso *et al.* (1999) e o absentéismo.

Como oportunidade de continuidade em trabalhos futuros, sugere-se a abordagem da Casa do Pesquisador sob a perspectiva da execução da obra, de maneira que a eficiência da metodologia seja avaliada por meio de comparações entre o planejamento elaborado e o que de fato foi realizado em campo, fornecendo uma análise da efetividade das ferramentas e dos desperdícios reais. Assim como no trabalho de Lucena (2020), será possível remover de maneira prática as atividades que não agregam valor à construção, bem como analisá-la sob a ótica da produtividade e do monitoramento de custos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, U. R. **Exercícios de Fundações**. 2. ed. São Paulo: Ed. Blucher, 2019.

ALVARENGA, R. L. **Metodologia 5S: O que é? Qual o conceito?** Blog Universo da Logística. 2010. Disponível em:
<<http://universodalogistica.blogspot.com/2010/04/metodologia-5ss-o-que-e-qual-o-conceito.html>>. Acesso em: 15 fev. 2022.

ANDRADE, A. **Estudo da percepção dos profissionais de engenharia e arquitetura quanto à importância do gerenciamento de projetos para a construção civil**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Fluminense, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água da chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Sistemas prediais de água fria e água quente. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**: Projetos e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2019.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: Projeto de Estruturas de Madeira. Rio de Janeiro, 1997.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8995**: Iluminação de ambientes: Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013.

BAUER, L.A Falcão. **Materiais de Construção Civil**. 6. Ed. Vol. 1. Editora LTC. São Paulo, SP. 2019. 568p.

BARBOSA, I. C. D. V. **Análise comparativa entre os métodos construtivos de concreto armado e madeira em uma residência unifamiliar no Tocantins**. Monografia (Graduação) – Engenharia Civil. Universidade Federal do Tocantins. Palmas, 2019.

BITTENCOURT, R. **Concepção Arquitetônica da Habitação em Madeira**. Boletim técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1995.

BORGES, J. **Gestão de Projetos na Construção Civil**. Revista On-Line IPOG ESPECIALIZE, Goiânia, 2012.

BRIALES, J. A.; FERRAZ, F. T. **Melhoria contínua através do Kaizen**. Revista eletrônica de economia, n. 7. 2006.

CALLEGARI, S. **Análise de Compatibilização de Projetos de Três Edifícios Residenciais Multifamiliares**. Dissertação – Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2007.

CASAGRANDE, T. G.; BOMBONATO, F. A. **Obras arquitetônicas em madeira**. Anais do 12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional. 2014.

CASTRO, A. P. G. R.; GUEDES, E. E. V.; TROMBINI, J. **Aplicação da Metodologia Lean Construction**: estudo de caso em uma empresa de blocos no sul de Minas Gerais. 2019.

CASTRO, G. A. *et al.* **A Importância da Extensão na Formação Acadêmica dos Alunos do Curso de Engenharia Civil da PUC Minas Barreiro**. Extensão PUC Minas: sujeitos, espaços e tempos de ação. Belo Horizonte, 2017.

CHIAVENATO, I. **Gestão Produção**: uma abordagem introdutória. Barueri: Manole, 2014.

CHIBINSKI, M. **Modelo de planejamento baseado no conceito do Last Planner como apoio à implementação da Lean Construction em obras de edificações**. Dissertação – Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. **Orientação e Fiscalização do Exercício da Profissão Arquitetura e Urbanismo no Brasil**. 2015. Disponível em: <https://www.caubr.gov.br/>. Acesso em 15 fev. 2022.

COSTA, R. R. **Empreendedorismo na Engenharia Civil**: Um estudo de caso em uma iniciativa inovadora na UFPA. Dissertação (Mestrado). Belém, 2020.

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA (DEG). **Projeto Arquitetônico e Estrutural da Casa do Pesquisador no Instituto Alto Montana da Serra Fina em Itamonte-MG**. Contribuições de alunos e professores à Iniciação Científica. Universidade Federal de Lavras (UFLA). 2021.

FALCONI, V. **TQC: Controle de Qualidade Total (no estilo japonês)**. Minas Gerais. INDG Tecnologia e Serviços LTDA. 2004.

FIGUEIREDO, U. A. **A Captação de Água da Chuva no Brasil**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH). Vol. 19 n 1 – 2014 Ed.

FORMOSO, C. T. *et al.* **Termo de Referência para o Processo de Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras**. Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning. 2002.

GOOGLE EARTH. **Fazenda Pinhão Assado**. 2022. Disponível em: <https://earth.google.com/web/search/instituto+alto+montana/@-22.35257375,-44.79596123,1419.02398752a,436.82098372d,35y,145.69151865h,44.99662103t,-0r/data=Cn8aVRJPCiMweDlIMDkxNTZjZjNhMmNiOjB4N2MyYWQ5N2UwYzNmZmY2NkxkeQxGcRFo2wCHDhCxm32VGwCoWaW5zdGI0dXRvIGFsdG8gbW9udGFuYRgCIAEiJgokCYZVCpW-hDRAEYZVCpW-hDTAGZoq0VWQED9AIRLD7rpQx1HA>. Acesso em: 15 abr. 2022.

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

ICHIHARA, J. A. **Um Método de Solução Heurístico para a Programação de Edifícios Dotados de Múltiplos Pavimentos-Tipo**. Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 1998.

INSTITUTO ALTO MONTANA DA SERRA FINA. Site do Instituto Alto Montana. **Gestão, Promoção e Apoio a Projetos e Atividades Socioambientais**. 2019. Disponível em: <https://www.institutoaltomontana.org/>. Acesso em: 18 fev. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados: Itamonte**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/itamonte.html>. Acesso em 02 mar. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Dados históricos de precipitações médias mensais, jan/dez 2021**. Ministério da Agricultura, pecuária e meteorologia. 2021. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em 30 agosto. 2022.

JORGE, M. A. P. **Sustentabilidade e desenvolvimento local: estudo de projeto na formação da ecovila Viver Simples em Itamonte-MG**. 2008. Tese de Doutorado.

JÚNIOR, C. R. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. 11. Ed. São Paulo. Editora. Blucher. 2018.

KOSKELA, L. *Application of the new production philosophy to construction*. Stanford: Stanford University, 1992. (CIFE Technical Report, 72). Disponível em: <https://leanconstruction.org/uploads/wp/media/docs/Koskela-TR72.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2022.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. **Is construction planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process**. Construction Management and Economics. EUA, 1987.

LUCENA, Y. R. *et al.* **Aplicação da filosofia Lean Construction em uma obra de um Conjunto Habitacional**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2020.

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Pini, 2010.

MOELLER, J. C. **Implantação das práticas *Lean Construction* no planejamento e controle de uma obra residencial**: Estudo de caso. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade do Vale do Taquari. Lajeado, 2020.

MONICH, C. R. **Avaliação ambiental de uma habitação de interesse social pré-fabricada em madeira no sistema *Wood Frame* no estado do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

MOREIRA, D. **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo. Editora Cengage Learning. 2011.

MOURA, C. B. **Avaliação do impacto do sistema *Last Planner* no desempenho de empreendimentos da construção civil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.

MÜLLER, M. **Proposta de edifício de tecnologias eco eficientes (E.T. Eco)**: fomento à pesquisa e desenvolvimento acadêmico do departamento de engenharia civil. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá, 2016.

OLIVEIRA, E. H. ***Lean Construction*: o princípio do TAKT**. 1. Ed. Editora Bookess. Mogi das Cruzes, SP. 2018. 151p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. ***Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate*** 1. Biotropica, v. 32, n. 4b, p. 793-810, 2000.

OLIVEIRA, P. F.; SILVA, C. E. **Estudo comparativo entre sistemas construtivos: bloco convencional x bloco solo-cimento**. Tubarão, 2018.

PARCHEN, C. F. A. **Compósito madeira cimento de baixa densidade produzido com compactação vibro dinâmica**. Tese de Doutorado. Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal do Paraná, 2012.

PFÄFFENZELLER, M. S. *et al.* ***Lean Thinking na Construção Civil***: Estudo da Utilização de ferramentas da filosofia *Lean* em diferentes fluxos da construção civil. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, v. 7, n. 14, p. 86-107, 2015.

POLITO, G. **Gerenciamento de projetos na construção civil predial**: Uma proposta de modelo de gestão integrada. In: Palestra para PMI-SP, São Paulo, 2010.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de Produção**. Bookman Editora, 1996.

SILVA, M. R. R. **Construções Sustentáveis**: Método construtivo em *wood frame* para unidades residenciais. Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, 2017.

SIMAS, F. N. B., SCHAEFER, C. E. G. R., FERNANDES FILHO, E. I., CHAGAS, A. C., & BRANDÃO, P. C. *Chemistry, mineralogy and micropedology of highland soils on crystalline rocks of Serra da Mantiqueira, southeastern Brazil*. Geoderma. Universidade Federal de Viçosa. 2005.

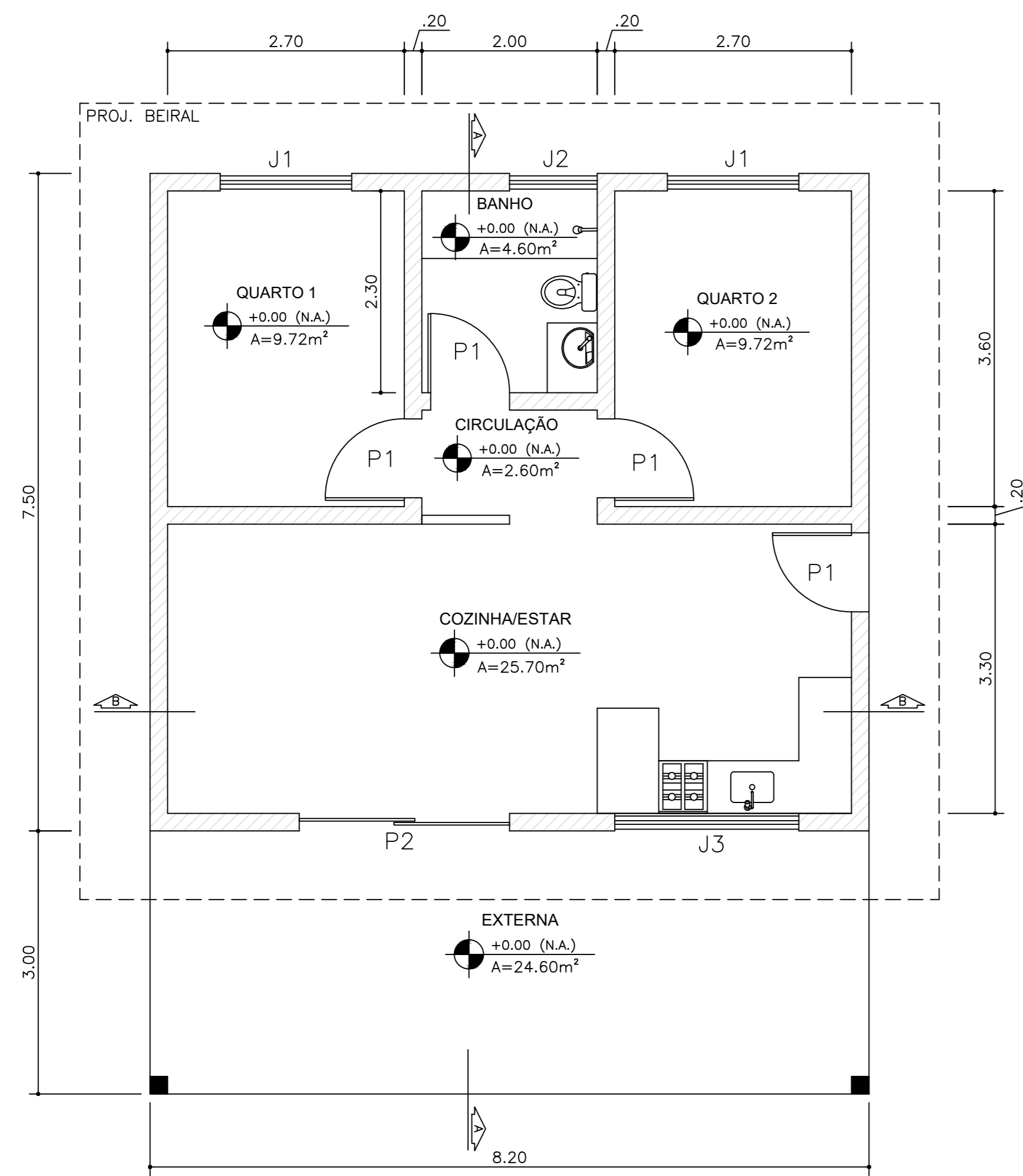
SOUZA, B. C.; CABETTE, R. E. S. **Gerenciamento da Construção Civil**: Estudo da Aplicação da *Lean Construction* no Brasil. Revista de Gestão & Tecnologia. 2014.

SOUZA, R. *et al.* **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obra**. São Paulo: Pini, 1996.

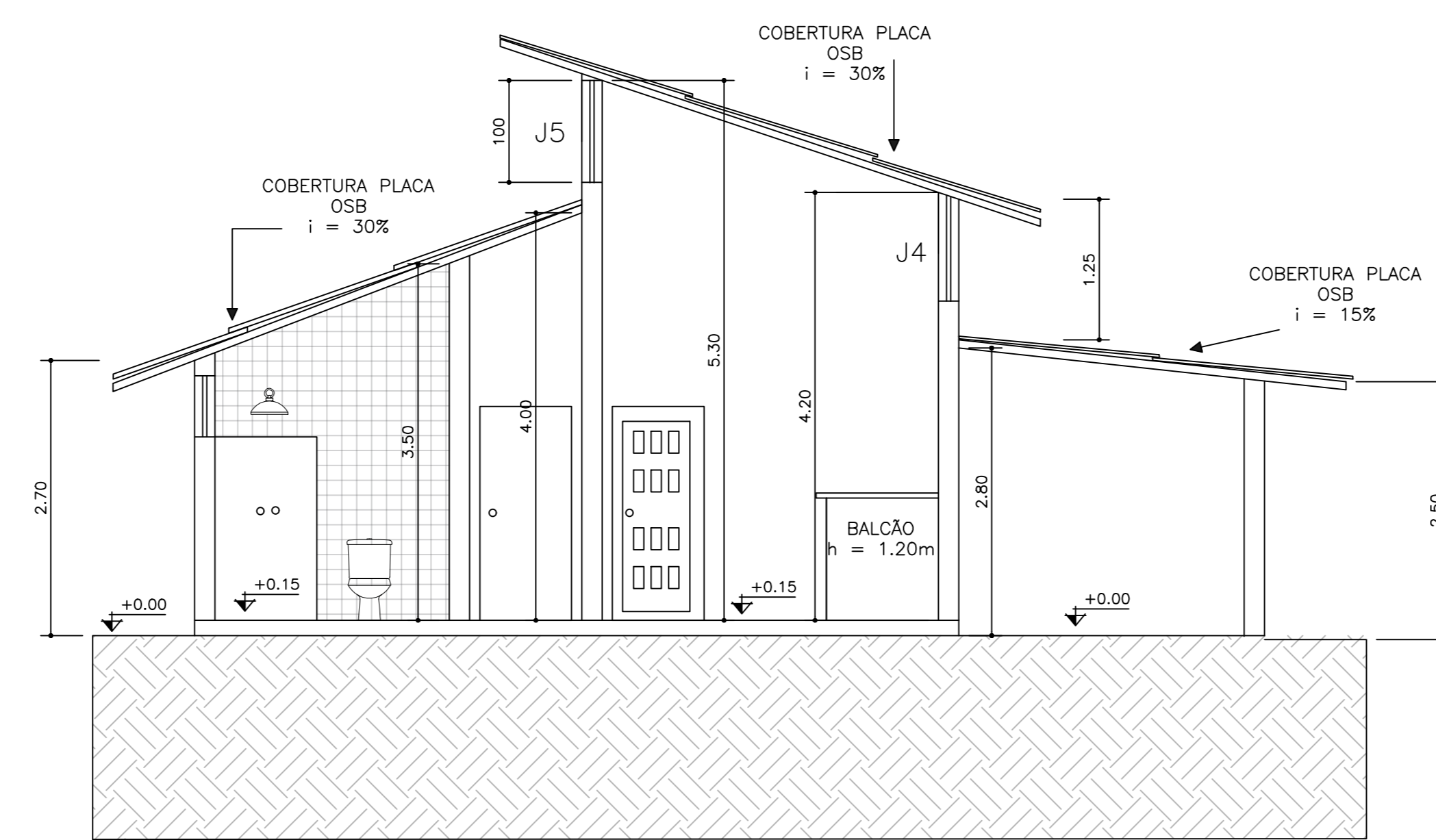
SZÜCS, C. A.; VELLOSO, J. G. **Caracterização completa e estudo comparativo entre *Pinus taeda* e *elliottii* nas idades de 10 anos e de 20 anos**. São Pedro, SP. 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Biblioteca Universitária. **Manual de normalização e estrutura de trabalhos acadêmicos**: TCCs, monografias, dissertações e teses. 3. ed. rev., atual. e ampl. Lavras, 2020. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/11017>. Acesso em: 15 fev. 2022.

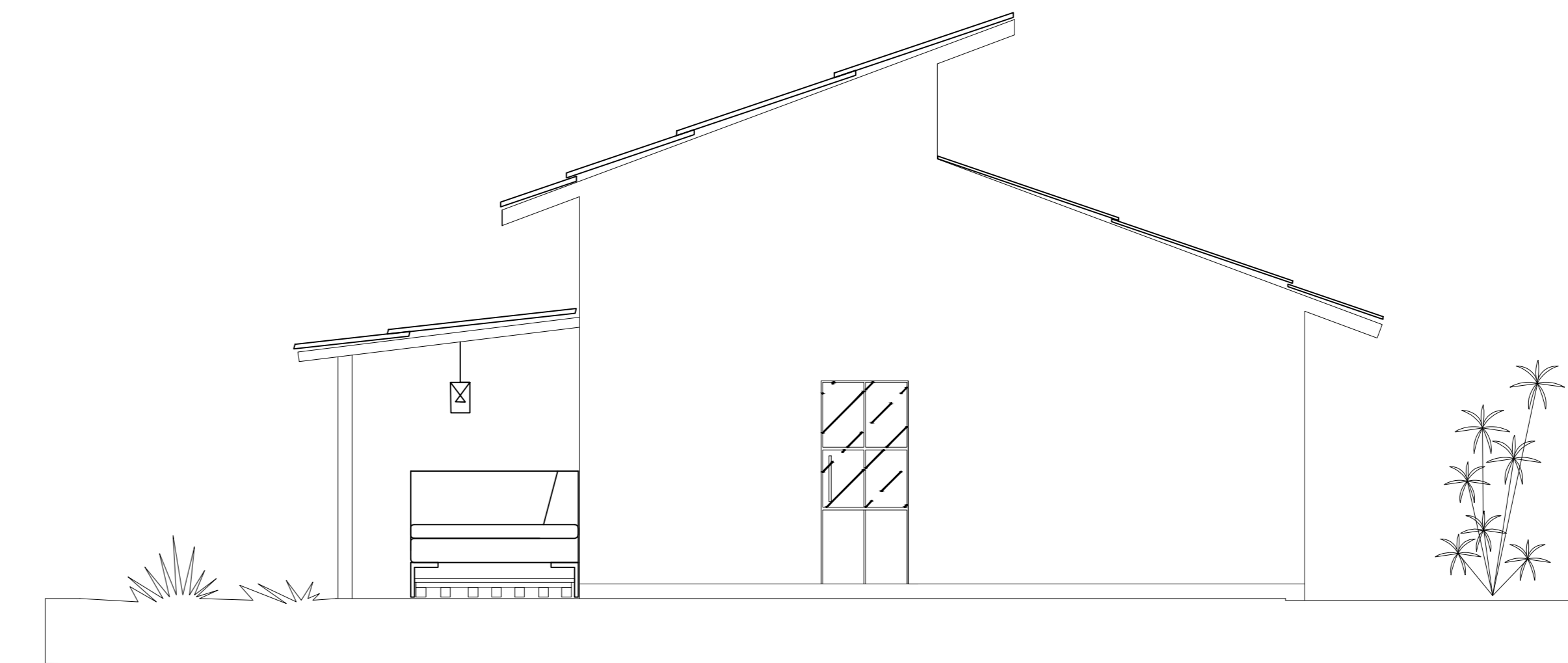
VELLOSO, D.; LOPES, F. R.. **Concepção de obras de fundações**. In: REIS, Raquel Cardoso. *Fundações: teoria e prática*. 2. ed. São Paulo: Pini, 2012.



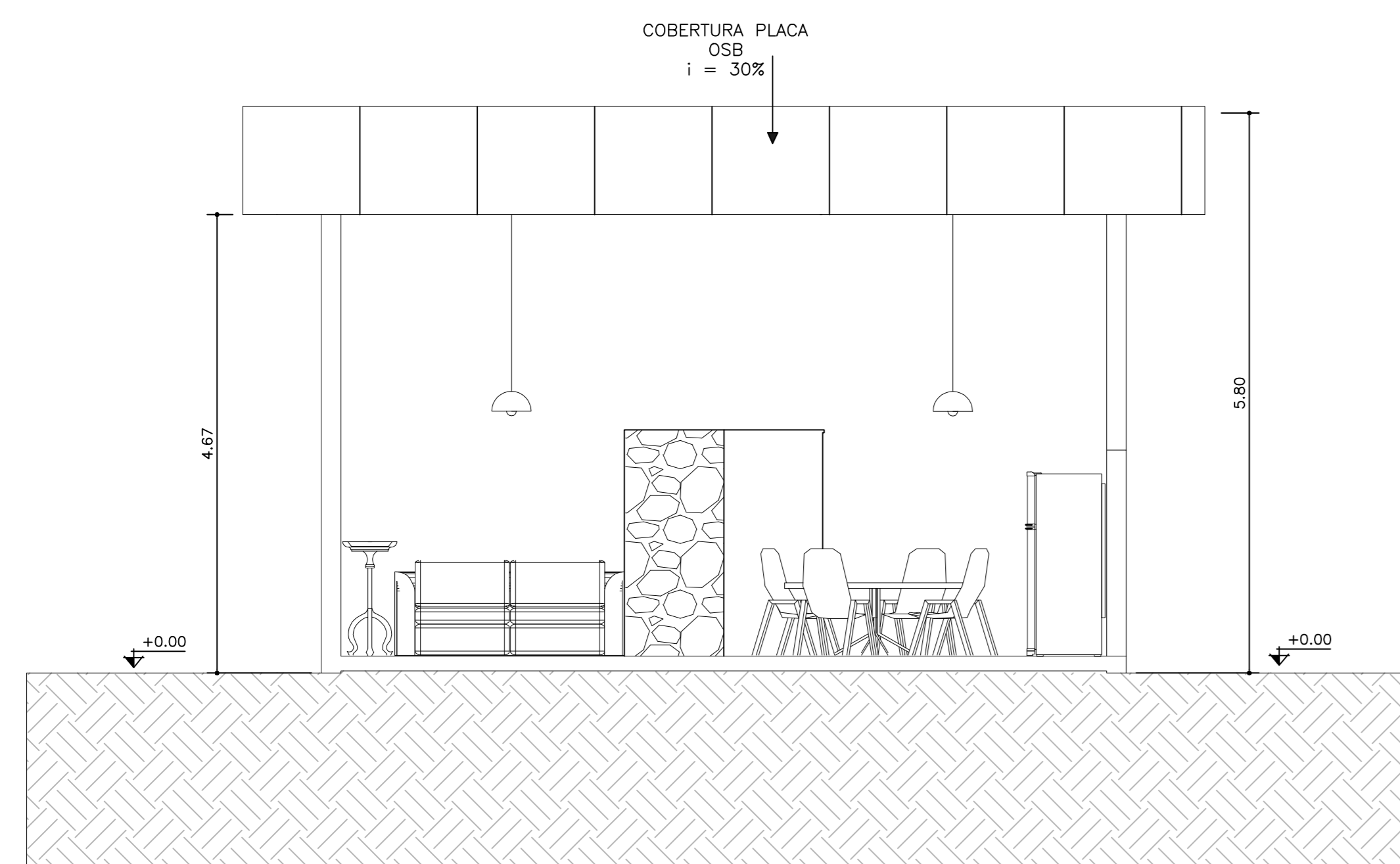
1 PLANTA BAIXA
ESCALA 1:50



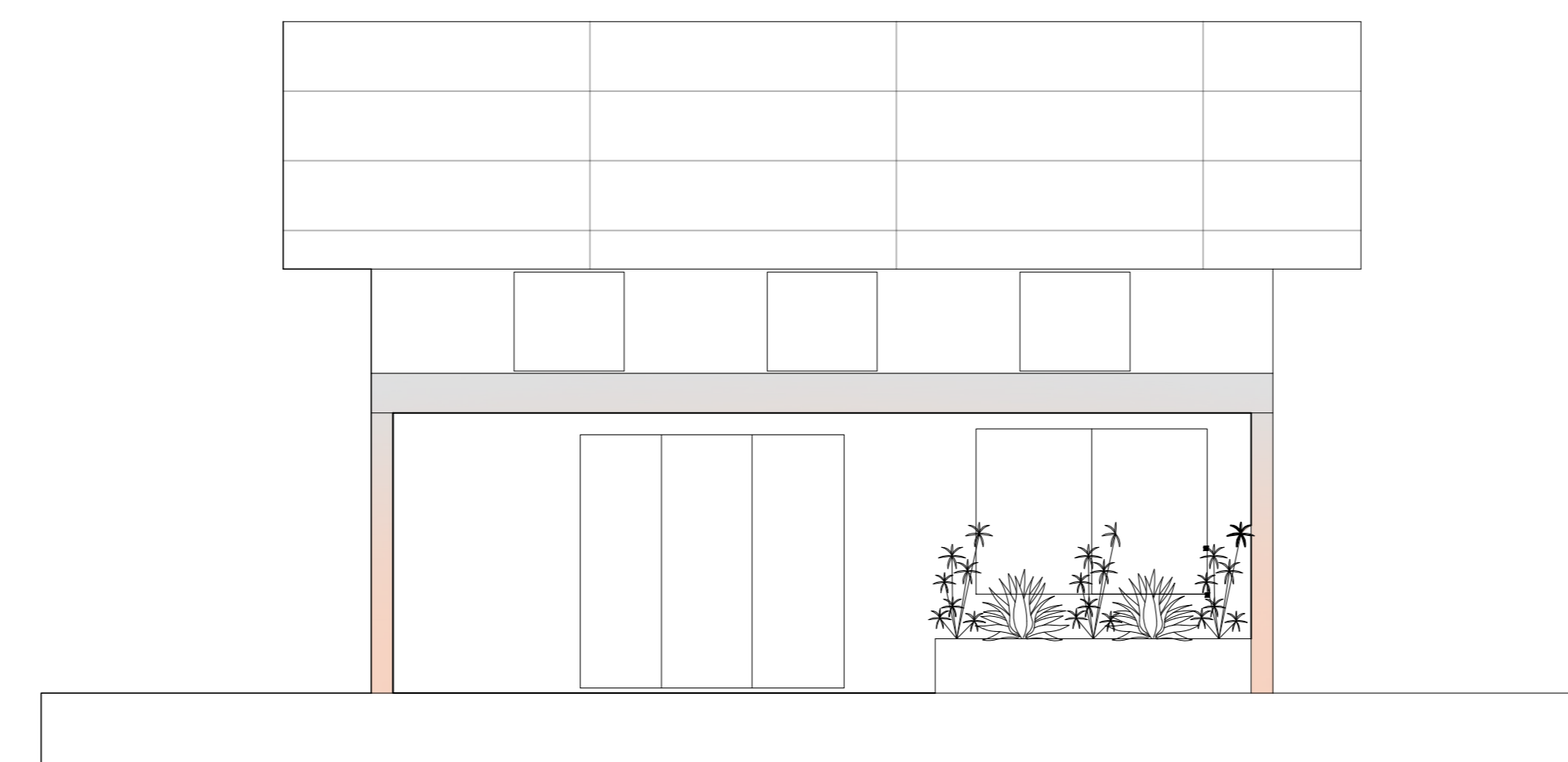
2 CORTE AA
ESCALA 1:50



3 VISTA LATERAL
ESCALA 1:50



4 CORTE BB
ESCALA 1:50



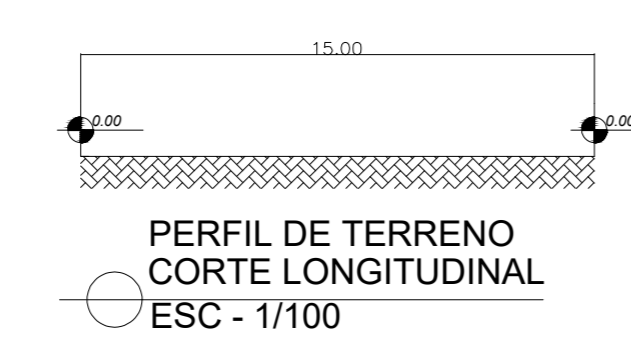
5 VISTA FRONTAL
ESCALA 1:50

TABELA ESQUADRIAS

J1	1,50 x 1,50 x 0,90 m
J2	0,40 x 0,60 x 1,80 m
J3	2,10 x 1,50 x 0,90 m
J4	1,00 x 0,90 x 0,10 m
J5	1,00 x 1,50 x 0,90 m
P1	0,90 x 2,10 m x 4,30 m
P2	2,4 x 2,30 m

TABELA DE ÁREAS

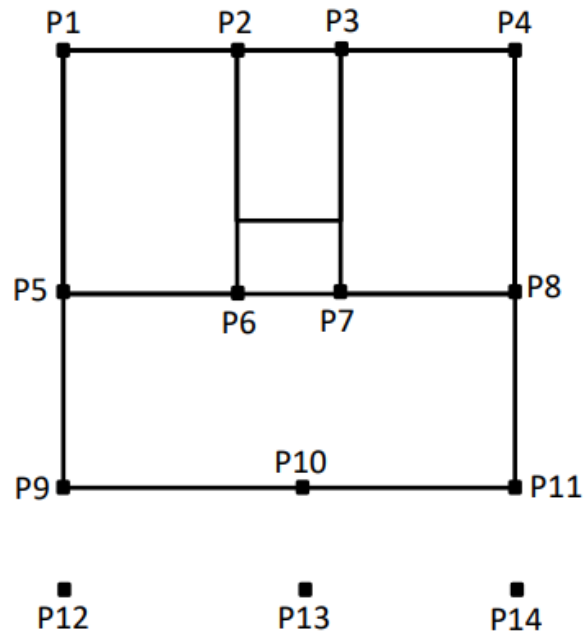
DESC:	ÁREA:	%:
DORM 1	9,72 m ²	9,15 %
DORM 2	9,72 m ²	9,15 %
BANHEIRO	4,60 m ²	4,32 %
CIRC	2,60 m ²	2,44 %
COZ/EST	25,70 m ²	24,14 %
EXTERNA	24,60 m ²	23,11 %
TOTAL	106,42 m ²	100 %



REQUERENTE	PREFEITURA	<table border="1"> <tr> <td>ÁREA DE PROJEÇÃO</td> <td>94,30 m²</td> <td>Nº DE PAVIMENTOS</td> <td>01</td> <td>OSB</td> </tr> <tr> <td>ÁREA A CONSTRUIR</td> <td>86,30 m²</td> <td>Nº DE UNIDADES</td> <td>01</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ÁREA A DESCONTAR</td> <td>---</td> <td>TAXA DE OCUPIÇÃO</td> <td>64,25%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ÁREA LÍQUIDA</td> <td>130 m²</td> <td colspan="3">VISTO EXAMINADOR:</td> </tr> <tr> <td>ÁREA TOTAL</td> <td>130 m²</td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>				ÁREA DE PROJEÇÃO	94,30 m ²	Nº DE PAVIMENTOS	01	OSB	ÁREA A CONSTRUIR	86,30 m ²	Nº DE UNIDADES	01		ÁREA A DESCONTAR	---	TAXA DE OCUPIÇÃO	64,25%		ÁREA LÍQUIDA	130 m ²	VISTO EXAMINADOR:			ÁREA TOTAL	130 m ²			
	ÁREA DE PROJEÇÃO	94,30 m ²	Nº DE PAVIMENTOS	01	OSB																									
ÁREA A CONSTRUIR	86,30 m ²	Nº DE UNIDADES	01																											
ÁREA A DESCONTAR	---	TAXA DE OCUPIÇÃO	64,25%																											
ÁREA LÍQUIDA	130 m ²	VISTO EXAMINADOR:																												
ÁREA TOTAL	130 m ²																													
PROJETO	PROPRIETÁRIO: Instituto Alto Montano Da Serra Fina AUTOR DO PROJETO: Instituto Passos e Rios Lourenço RESPONSÁVEL TÉCNICO:	CPF: XXXXXXXXX CREA/CAU: XXXXXXXXX CREA/CAU: XXXXXXXXX																												
TERRENO	TÍTULO: Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Alto Montano (Casa do Pesquisador) USO: RESIDENCIAL UNIFAMILIAR CONTÉUDO: P. BARRA, CORTES, FACHADA, PAV. 01, TERRENO, 3. COBERTURA E TABELAS LOTE / QUADRA / BAIRRO: BR254 - KM 788-789 - Engenho do Serrão, Itanorte, MG, 37466-000 SITUAÇÃO SEM ESCALA:	ZONA: ZM ÁREA LOTEADA: 130m ² LEI/PROJETO: BR 354 - KM 788-789 VISTO RT: Nº FOLHA: 01/01																												

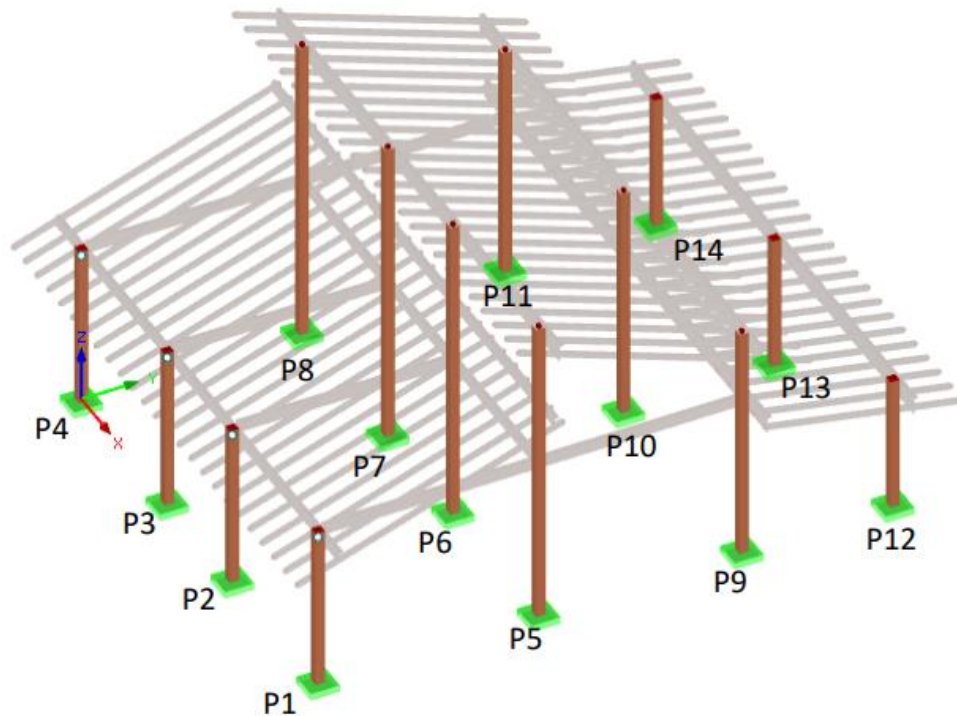
APÊNDICE B – Concepção Estrutural

Figura 1 – Locação dos pilares



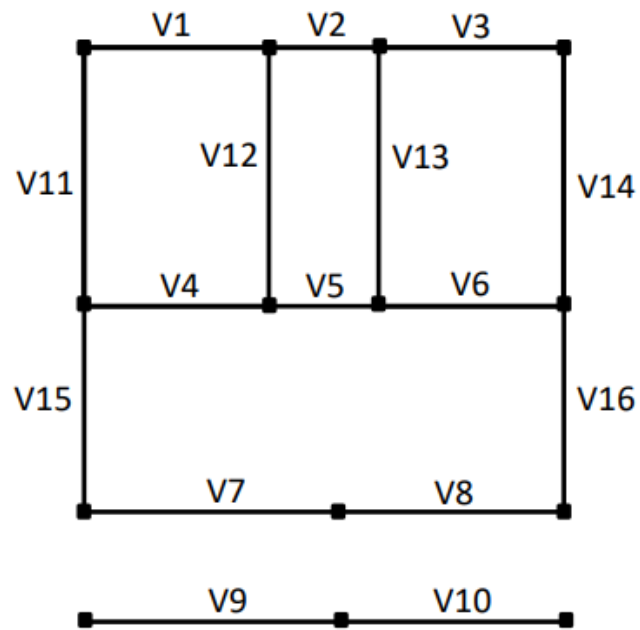
Fonte: Departamento de Engenharia (2021).

Figura 2 - Representação da locação dos pilares



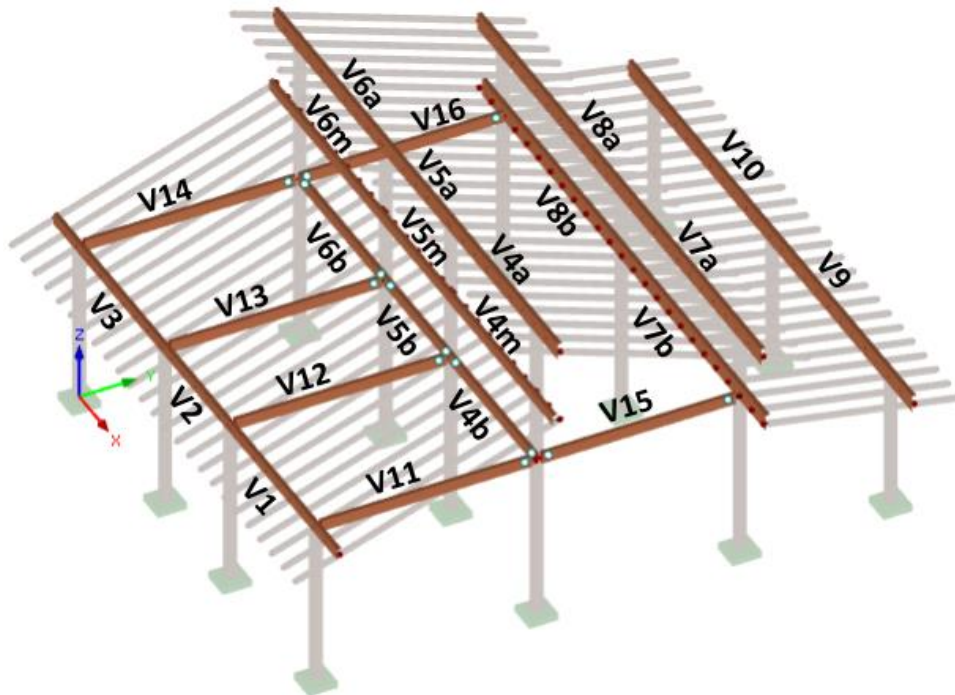
Fonte: Departamento de Engenharia (2021).

Figura 3 - Locação das vigas



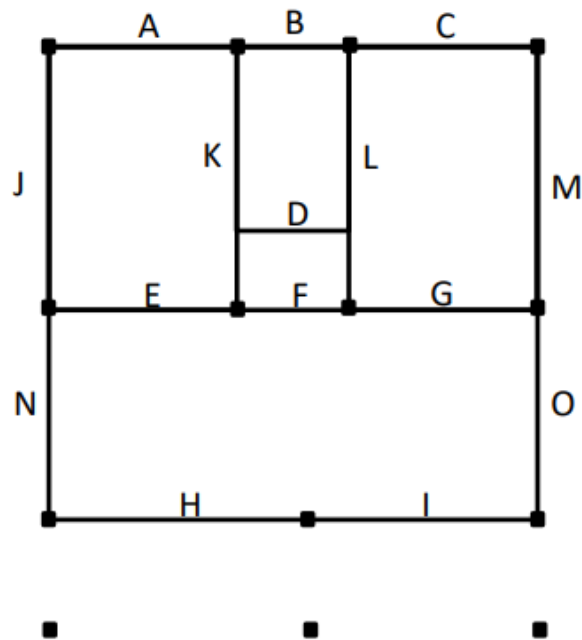
Fonte: Departamento de Engenharia (2021).

Figura 4 - Representação da locação das vigas



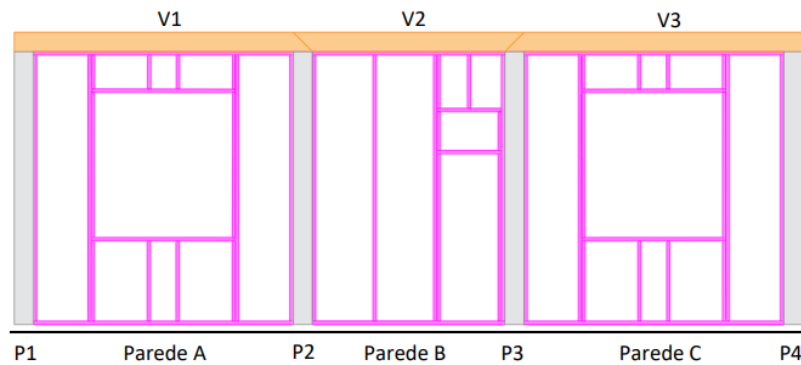
Fonte: Departamento de Engenharia (2021).

Figura 5 – Posição das paredes.



Fonte: Departamento de Engenharia (2021).

Figura 6 – Armação do *frame* das paredes A, B e C.

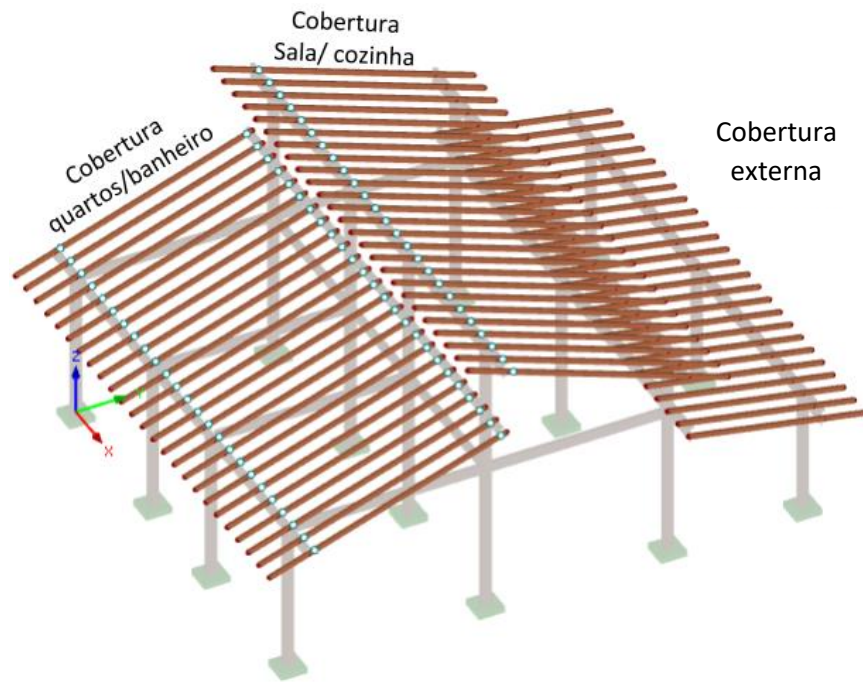


Fonte: Departamento de Engenharia (2021).

Considerações:

- Peças verticais em cinza: pilares 20 cm x 20 cm;
- Peças horizontais em laranja: vigas 7,5 cm x 20 cm;
- Peças horizontais e verticais em magenta: montantes (verticais) e travessas (horizontais) de seção transversal 4 cm x 15 cm.

Figura 7 – Representação da disposição dos caibros.



Fonte: Departamento de Engenharia (2021).

APÊNDICE C – Dimensionamento dos Blocos de Fundação

Como não se conhece o solo do local de construção e não se faz presente nenhum estudo ou ensaio de solos das redondezas da Fazenda Pinhão Assado, foi estimada uma tensão admissível mínima de segurança do solo de $\alpha a = 0,1$ MPa (argila média), de acordo com a Tabela de Pressões Básicas, da NBR 6122 (ABNT, 2019).

Para o cálculo do dimensionamento dos blocos, considerou-se:

- Concreto $f_{ck} = 20$ MPa.
- Pilares de Seção 20x20 cm.
- Carga de Cálculo = 24 kN (maior carga a ser transmitida ao solo).
- Tensão Admissível do Solo (αa) = 0,1 MPa.

Cálculo da área da base do bloco de fundação (EQUAÇÃO 1):

$$A (m^2) = P/\alpha a \quad (1)$$

Sendo:

A = Área da Base do Bloco

P = Carga a Ser Transmitida ao Solo

αa = Tensão Admissível do Solo

$$A = \frac{24 \text{ kN}}{0,1 \times 100 \text{ KPa}} = 0,24 \text{ m}^2$$

A largura mínima encontrada é menor do que a largura mínima estipulada por norma, que é de 0,36 m. Portanto, para a segurança da estrutura, foram admitidos valores de base e lado que satisfazem os requisitos mínimos. Sendo assim, a base do bloco de fundação contará com as dimensões 0,60 x 0,60 m.

Para o cálculo da altura do bloco de fundação, o menor valor para αt foi calculado por meio da Equação 2:

$$\alpha t \leq \frac{f_{ck}}{25} \quad (2)$$

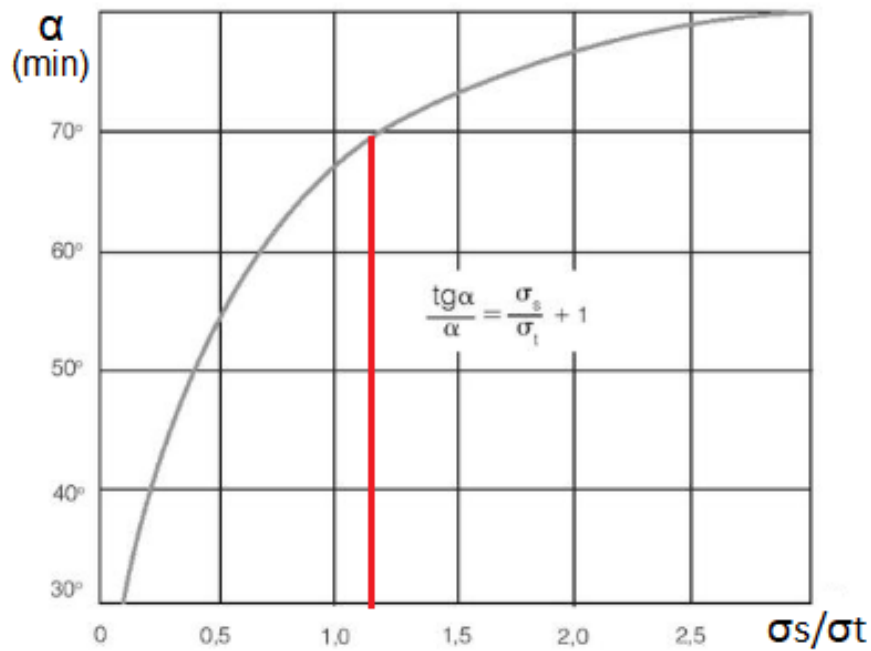
$$\alpha t \leq \frac{20}{25} = 0,8 \text{ MPa}$$

Com o valor de αt , αs , com o auxílio do ábaco representado pela Figura 1 e com a utilização da Equação 3, foi possível determinar o valor de $\alpha \cong 70^\circ$ para o ângulo de inclinação.

$$\frac{tg \alpha}{\alpha} = \frac{\sigma_s}{\sigma_t} + 1 \quad (3)$$

$$\frac{0,1}{0,8} + 1 = 1,125$$

Figura 1 – Ábaco α mínimo.



Fonte: Alonso (2019).

Para o cálculo da altura (h) do bloco de fundação, fez-se o uso da Equação 3, também proposta por Alonso (2019).

$$h = \frac{a - a'}{2} * tg(\alpha) \quad (4)$$

Sendo:

a = Menor Dimensão da Base do Bloco de Fundação

a' = Menor Dimensão do Pilar

$$h = \frac{0,6 - 0,2}{2} * tg(70) = 0,39 \text{ cm}$$

Deste modo, com intuito de respeitar a dimensão mínima de 60 cm para blocos de fundação, foi adotado uma altura $h = 60$ cm para a estrutura de fundação.

APÊNDICE D – Dimensionamento Elétrico

1 Premissas

Para o cálculo do dimensionamento de cabos, faz-se o uso de dados da NBR 5410 (ABNT, 2014), que considera as temperaturas: 30°C (ambiente), 20°C (solo) e 70°C (condutor).

Em outros cálculos e na elaboração do projeto, foi considerada uma temperatura ambiente de 30°C.

2 Consumo Residencial

Nesta etapa, foram definidos a quantidade e o local de cada elemento, como: iluminação, tomadas (TUGs e TUEs), interruptores, quadros de distribuição e outros elementos do circuito (TABELA 1).

Tabela 1 - Consumo elétrico residencial.

TIPO DE CIRCUITO	POTÊNCIA (VA)
Iluminação	1.260
T.U.G's	8.400
T.U.E's	6.000
Total	15.660

Fonte: Dos Autores (2022).

3 Seção dos Condutores

O método utilizado para o dimensionado dos condutores foi o critério da corrente, que leva em conta o valor total de carga estipulado pelos elementos que envolvem o circuito, no caso iluminação e tomadas, considerando a corrente que os elementos necessitam e as tensões nos pontos de distribuição. A Equação 1 fornece os valores de corrente.

I. Corrente de Projeto (I_p)

$$P = V * I_p \tag{1}$$

Sendo:

$P = \text{Potência (VA)}$;

$V = \text{Tensão (V)}$;

$I_p = \text{Corrente (A)}$.

Utilizando os dados do circuito de iluminação na Equação 1:

$$1200 = 127 * I_p$$

$$I_p = 9.44 A$$

II. Seção do Condutor

O valor da corrente foi calculado com auxílio da NBR 5410 (ABNT, 2014), que possui uma tabela de dimensionamento de condutores para diferentes seções, tipos de edificação e uso do circuito. Para residências de baixa tensão, utiliza-se a coluna B1 da tabela. Assim, foi possível construir a Tabela 2.

Tabela 2 – Dimensionamento dos condutores.

DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES					
Circuito	Tipo	Tensão (V)	Potência (VA)	I_p (A)	Seção Encontrada (mm²)
1	Iluminação	127	1.260	9.44	0.75

Fonte: Dos Autores (2022).

III. Verificação

Após a realização de todos os cálculos e a análise das dimensões encontradas para cada circuito, comparou-se o valor encontrado pelo método do critério das correntes com os valores mínimos orientados pela NBR 5410 (ABNT, 2014).

APÊNDICE E – Dimensionamento Hidrossanitário e Pluvial

1 Reservatório de Água Fria

Os reservatórios devem ter capacidade de armazenar dois consumos diários, por segurança ou eventuais faltas de abastecimento. Os dados indicaram um consumo médio diário para o meio rural correspondente a 50 L/hab/dia. Como o projeto é referente a uma casa unifamiliar, com 2 dormitórios, foi considerado o número de 3 habitantes para o cálculo de consumo médio de água fria. A Equação 1 facilitou o cálculo do volume do reservatório.

$$V_{res.} = MCD * 2 * hab \quad (1)$$

$$V_{res.} = 50L/hab/dia * 2 * 3 = 300L$$

I. Instalações de Água Fria

Utilizou-se o método de soma dos pesos, indicado na NBR 5626 (ABNT, 2020) para o cálculo das vazões de projeto. Adotou-se a velocidade da água dentro do tubo de 3 m/s conforme recomenda a normativa, para garantir o bom funcionamento e a durabilidade do sistema. Para esse método, utilizou-se as informações dispostas na Figura 1.

Figura 1 – Pesos relativos e vazões de projetos.

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo	
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3	
		Válvula de descarga	1,70	32,0	
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0	
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1	
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1	
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4	
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1	
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0	
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3	
Mictório cerâmico		com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
		sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3	
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7	
		Torneira elétrica	0,10	0,1	
Tanque		Torneira	0,25	0,7	
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4	

Fonte: ABNT (2020).

Para o início dos cálculos, realizou os somatórios dos pesos correspondentes do trecho A-B de todas as peças de aparelho sanitário utilizadas, alimentadas através do trecho considerado. Em seguida, efetuou-se o cálculo das vazões utilizando o método do consumo máximo provável, que pode ser obtido pela Equação 2. O coeficiente de descarga é um valor já determinado, sendo ele 0,3 L.s-1.

$$Q = C * \sqrt{\sum P} \quad (2)$$

Onde:

Q = Vazão em volume em L.s-1;

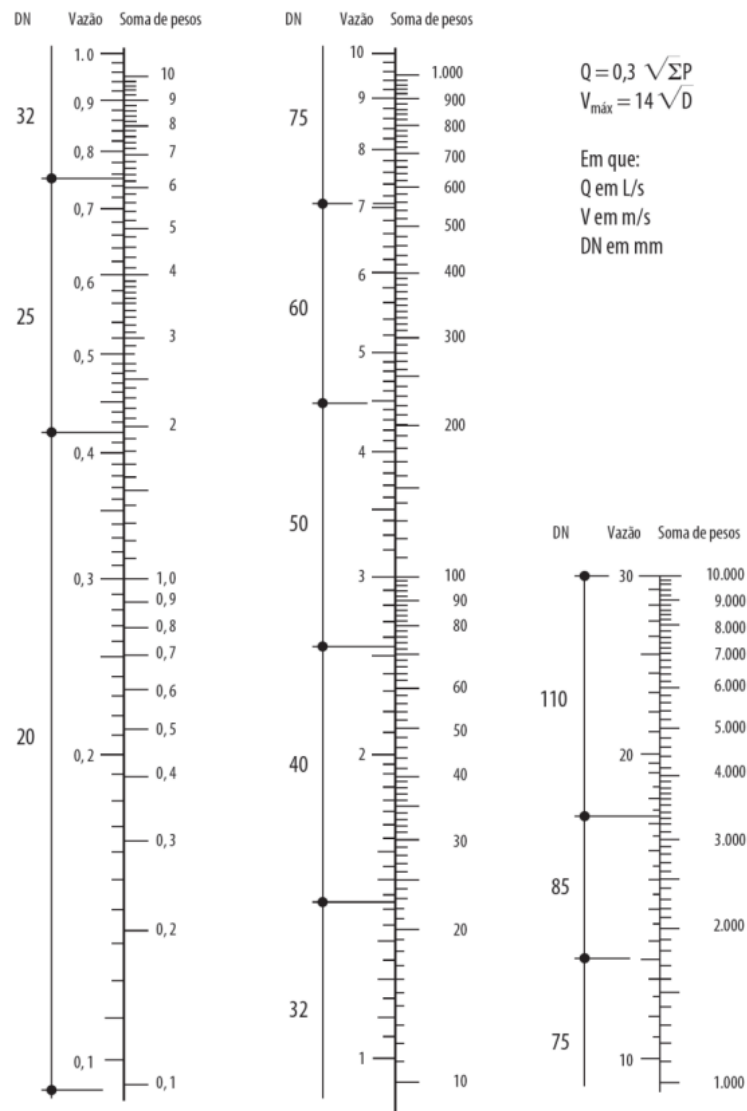
C = Coeficiente de descarga (0,3 L.s-1);

$\sum P$ = Somatórios dos pesos.

$$Q = 0,3 \frac{L}{s} * \sqrt{1,1} = 0,31 \text{ L/s}$$

Para determinar o diâmetro de cada trecho, foi utilizado o ábaco, representado pela Figura 2. Aplicando a vazão calculada anteriormente, pode-se identificar o diâmetro correspondente à vazão do projeto.

Figura 2 – Diâmetro do condutor.



Fonte: ABNT (2019).

Após a determinação do diâmetro e da vazão de projeto, foi necessário calcular a velocidade (EQUAÇÃO 3):

$$V = 4 * 10^3 * \frac{Q}{\pi} * d^{-2} \quad (3)$$

Onde:

V = Velocidade m/s

Q = Vazão de projeto L/s

d = Diâmetro Interno (mm)

$$V = 4 * 10^3 * \frac{0,31}{\pi} * 0,015^{-2} = 1,78 \text{ m/s}$$

Posteriormente ao cálculo da velocidade de projeto, que foi aprovada pelo fato de não atingir a máxima velocidade de 3 m/s estipulada pela NBR 5626 (ABNT, 2020), foi necessário calcular a perda de carga localizada que ocorrerá em cada trecho dos ramais de distribuição de água. Para o cálculo das perdas de cargas, foram levados em consideração os comprimentos dos trechos, os acessórios de cada trecho, seus comprimentos equivalentes e comprimentos virtuais. A Figura 3 representa a tabela de perda de cargas localizadas para tubulações em PVC.

Figura 3 – Perda de carga: Tubulação PVC.

Diâmetro nominal		Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° Passagem direta	Tê 90° Saída de lado	Tê 90° Saída bilateral	Entrada normal	Entrada de borda	Saída de canaliz.	Válvula de pé e crivo	Válvula retenção		Registro globo aberto	Registro gaveta aberto	Registro ângulo aberto
DN (mm)	Ref. (pol.)												Tipo leve	Tipo pesado			
15	(1/2)	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
20	(3/4)	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
25	(1)	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
32	(1 1/4)	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,6	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
40	(1 1/2)	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0
50	(2)	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
60	(2 1/2)	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
75	(3)	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	26,8	9,3	14,5	40,0	0,9	20,0
100	(4)	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3,9	28,6	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1
125	(5)	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0	10,0	2,5	5,0	4,9	37,4	12,5	19,2	50,9	1,1	26,2
150	(6)	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	11,1	2,8	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

Fonte: ABNT (2019).

O comprimento de cada trecho foi determinado pelo projeto e os comprimentos equivalentes foram encontrados pelos comprimentos virtuais que foram retirados da Figura 3. A Equação 4 auxiliou na determinação do comprimento virtual:

$$L, \text{vir} = L + L, \text{eq} \quad (4)$$

Onde:

L, vir = Comprimento Virtual (m)

L = Comprimento de Projeto (m)

L, eq = Comprimento Retirado da Figura 3 (m)

$$L, \text{vir} = 5,7 + 3,3 = 9 \text{ m}$$

Para a determinação da perda de carga (Δh) de cada trecho, foi utilizada a Equação 5.

$$J = 8,69 * 10^6 * Q^{1,75} * d^{-4,75} \quad (5)$$

Onde:

J = Perda de Carga (m.c.a)

Q = Vazão (L/s)

d = Diâmetro Nominal do Condutor (mm)

$$J = 8,69 * 10^6 * 0,31^{1,75} * 20^{-4,75} = 0,750 \text{ m. c. a.}$$

Cálculo da perda de carga total (EQUAÇÃO 6):

$$\Delta H = J * L, \text{ virt} \quad (6)$$

Onde:

ΔH = Perda de Carga Total (m.c.a)

J = Perda de Carga (m.c.a)

L,virt = Comprimento Virtual (m)

$$\Delta H = 0,077 \text{ (m. c. a)} * 9,0 \text{ (m)} = 0,697 \text{ m. c. a.}$$

Por fim, a Tabela 1 expressa o resultado do dimensionamento de cada trecho dos ramais de distribuição de água fria do banheiro:

Tabela 1 - Dimensionamento água fria.

DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES DE ÁGUA FRIA					
Trecho	Peso	Vazão (L/s)	DN (mm)	L,virt (m)	ΔH
A-B	1,1	0,31	20	9,0	0,697
B-C	0,4	0,19	20	1,6	0,051
C-D	0,1	0,09	20	19,1	0,181
B-E	0,3	0,16	20	4,9	0,123
C-F	0,3	0,16	20	7,5	0,185

Fonte: Dos Autores (2022).

O diâmetro encontrado para a tubulação é o de 20 mm, portanto, toda distribuição de água fria da Casa do Pesquisador fará o uso de canos de materiais PVC com diâmetro de 20 mm.

2 Esgotamento Sanitário

Para elaboração de um projeto de esgotamento sanitário, é necessário realizar o projeto bem detalhado e dimensionado para que não haja contaminação da água, do solo e proliferação de gases.

I. Aparelhos de Descarga

De acordo com recomendações da NBR 8160 (ABNT, 1999), deve-se utilizar o número UHC (Unidade Hunter de Contribuição) para cada um dos aparelhos sanitários. O número UHC foi encontrado através da Figura 4, que expõe valores de UHC e diâmetros nominais do ramal de descarga de cada componente.

Figura 4 – Unidade Hunter de contribuição.

Aparelho sanitário		Número de UHC	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga
Bacia sanitária		6	100
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*	50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem (panelas)	4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50**
Máquina de lavar roupas		3	50**
Obs.: * Mictório (por metro de calha) – considerar como ramal de esgoto (ver tabela). ** Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.			

Fonte: ABNT (1999).

II. Ramais de Esgoto

O dimensionamento dos ramais de esgoto foi realizado consultando a Tabela 2, a qual relaciona o somatório das UHC com o diâmetro nominal mínimo.

Tabela 2 – Número HUC Esgoto

DIÂM. NOMINAL MÍNIMO	Nº MÁXIMO DE UHC
40	3
50	6
75	20
100	160

Fonte: Dos Autores (2022).

A Tabela 3 apresenta os resultados dos valores de UHC encontrados e os diâmetros nominais dos condutores de cada trecho do esgotamento sanitário do projeto desenvolvido.

Tabela 3 - Dimensionamento esgoto

APARELHO SANITÁRIO	UHC	DIÂM. NOMINAL (mm)
Bacia Sanitária	6	100
Chuveiro	1	40
Lavatório	1	40
Pia Cozinha	3	50
Tanque de Roupas (ralo)	3	40

Fonte: Dos Autores (2022).

III. Ramal de Ventilação

O ramal de ventilação é constituído pelos tubos que interligam o ramal de esgoto de um ou mais aparelhos sanitários, à coluna de ventilação que irá transportar gases com odores para fora da residência. Utilizou-se a Figura 5 para dimensionar o tubo de ventilação de acordo com o UHC calculado anteriormente. O método de dimensionamento é proposto pela NBR 8160 (ABNT, 1999).

Figura 5 – Dimensionamento de ramais de ventilação.

Grupo de aparelhos sem bacias sanitárias		Grupo de aparelhos com bacias sanitárias	
Número de UHC	Diâmetro nominal do ramal de ventilação	Número de UHC	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: ABNT (2022).

Como o número total de UHC acumulado do sistema de esgoto da residência em desenvolvimento foi de 15 UHC, o diâmetro nominal para o tubo de ventilação foi de 40mm. Já o diâmetro das caixas de passagem foi definido por 150 mm, conforme recomendações normativas que determinam o diâmetro de entrada da caixa de acordo com o número UHC de resíduos que a via receberá.

3 Sistema de Captação Pluvial

I. Dimensionamento do Reservatório

Para o cálculo de volume do reservatório de captação pluvial foi utilizado o método da simulação que é recomendado pela NBR 8160 (ABNT, 1999). Foram levados em consideração dados médios de precipitações no município de Itamonte, expressos na Figura 13. Também foram empregues valores sobre a demanda no consumo de água interno e externo das residências.

A princípio, foi estimado um valor de 3.150 L iniciais para o reservatório, como recomenda o método da NBR 8160 (ABNT, 1999). Após este fato, foi determinado o valor do volume mensal do reservatório ($S(t)$) pela Equação 7.

$$S(t) = Q(t) + S(t-1) - D_{(mensal, NP)} \quad (7)$$

$$S(t) = 3,15 + 0,00 - 2,7 = 0,45 \text{ m}^3$$

Onde:

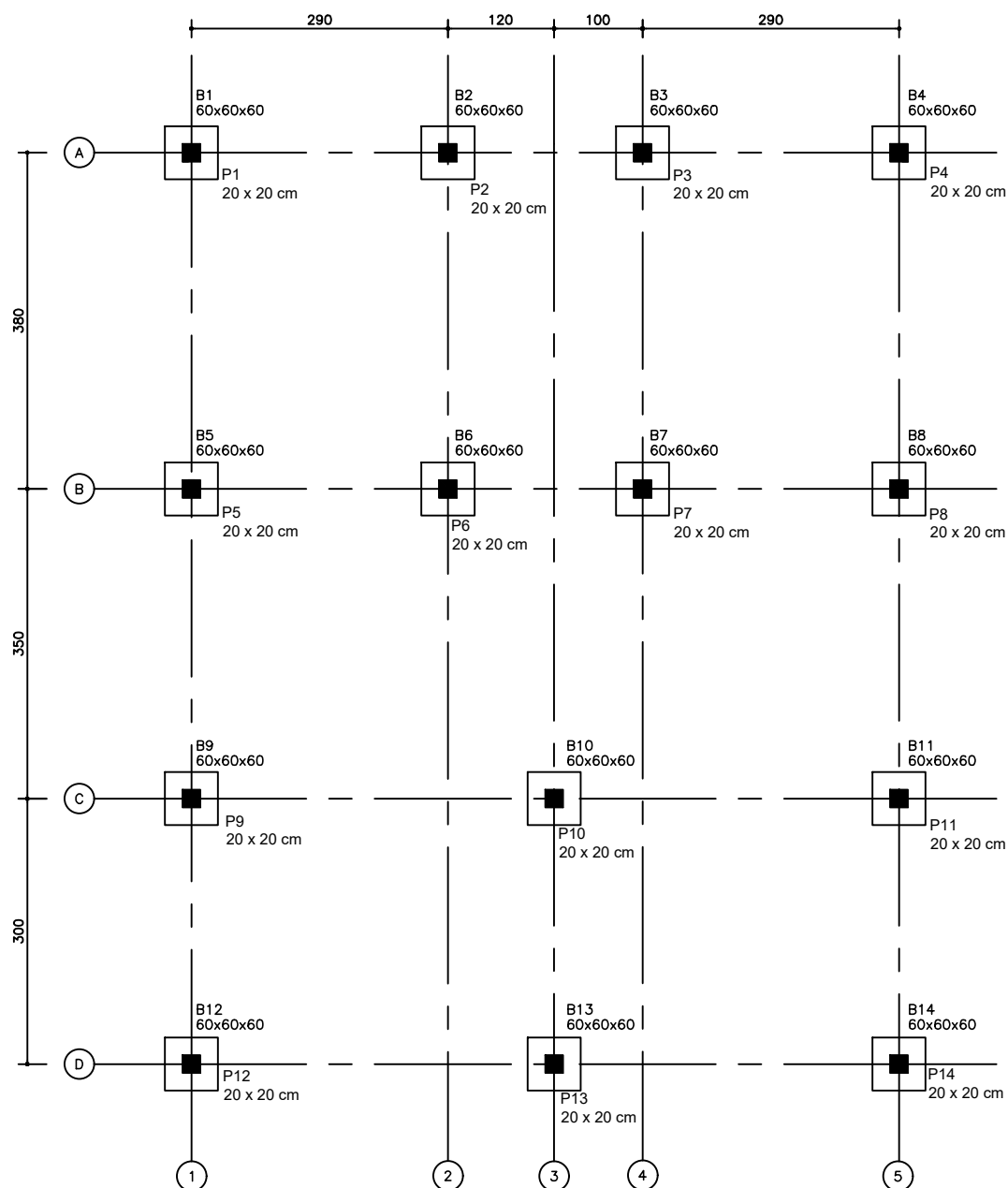
$S(t)$ – Volume mensal de água no reservatório (L);

$Q(t)$ – Volume mensal de água pluvial (L);

$S(t-1)$ – Volume de água pluvial no reservatório no mês anterior (L);

D,mensal – Demanda mensal de água não potável.

Como os cálculos se dão para o primeiro mês de captação, o volume de água pluvial do mês anterior é nulo. Aplicando a equação 7 para todos os meses do ano, foi encontrado o valor de volume mensal captado pelo sistema e somado com o valor de água acumulado do mês anterior no reservatório. Portanto, o valor inicial de 3.150 litros para o reservatório foi aceito e irá satisfazer as demandas residenciais.



1 LOCAÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO
ESCALA 1:50



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

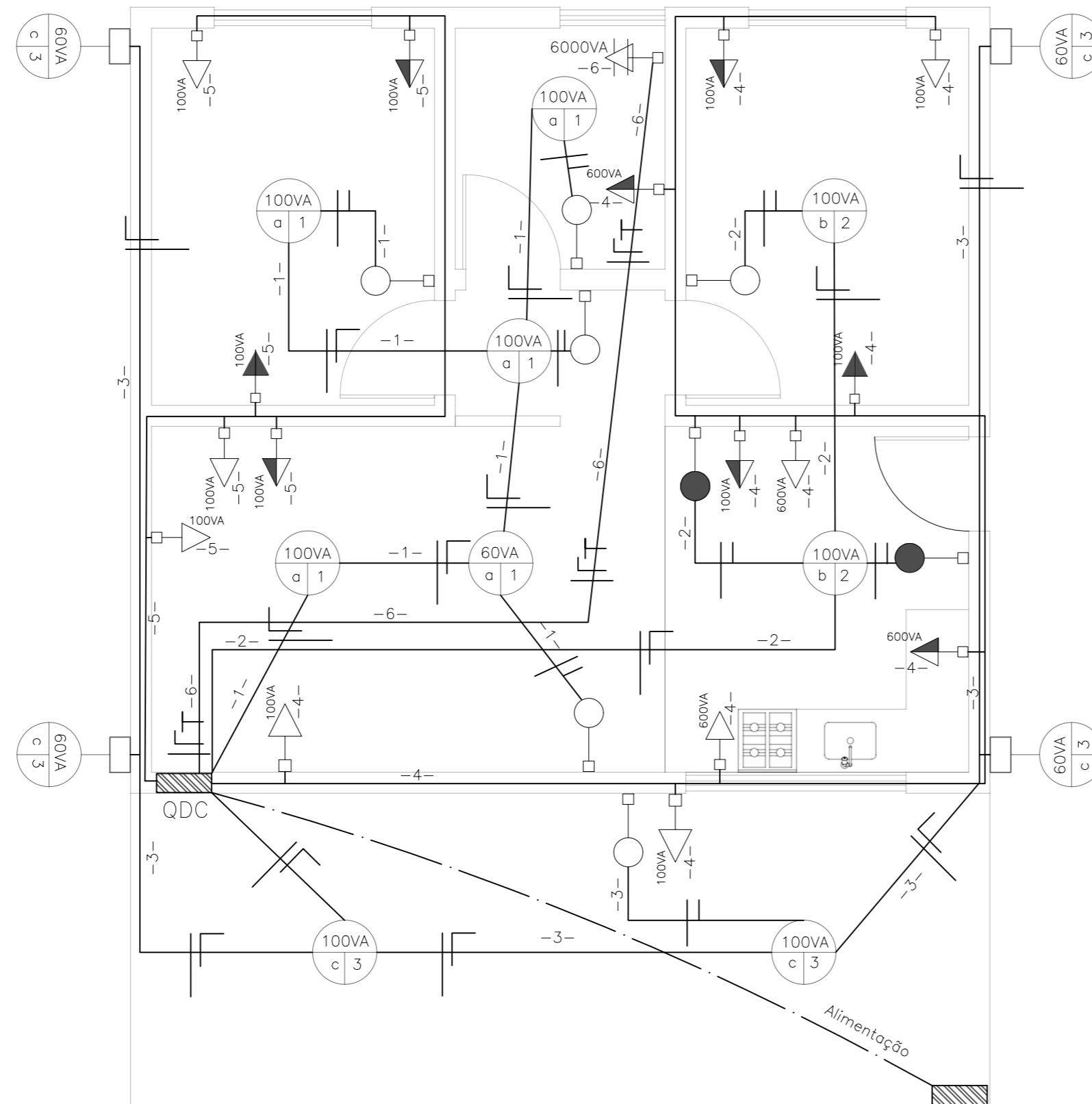
ESCALA: 1:50

ASSUNTO: Planta de Locação dos Blocos

FOLHA: A4

ALUNO: Isadora Possancini e Rian Lourenzoni

DATA: 20/05/2022



1 PLANTA ELÉTRICA
ESCALA 1:50

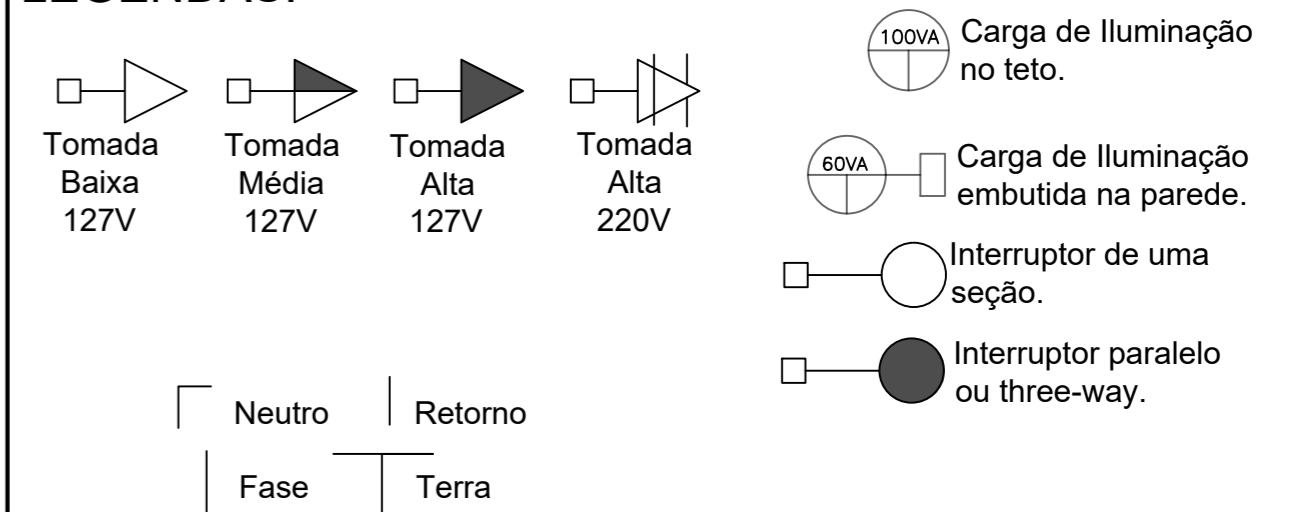


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

OBSERVAÇÕES:

Consulte as Tabelas e o Memorial de Cálculo;

LEGENDAS:



PROJETO

TÍTULO:

PROJETO ELÉTRICO - INSTITUTO ALTO MONTANA DA SERRA FINA

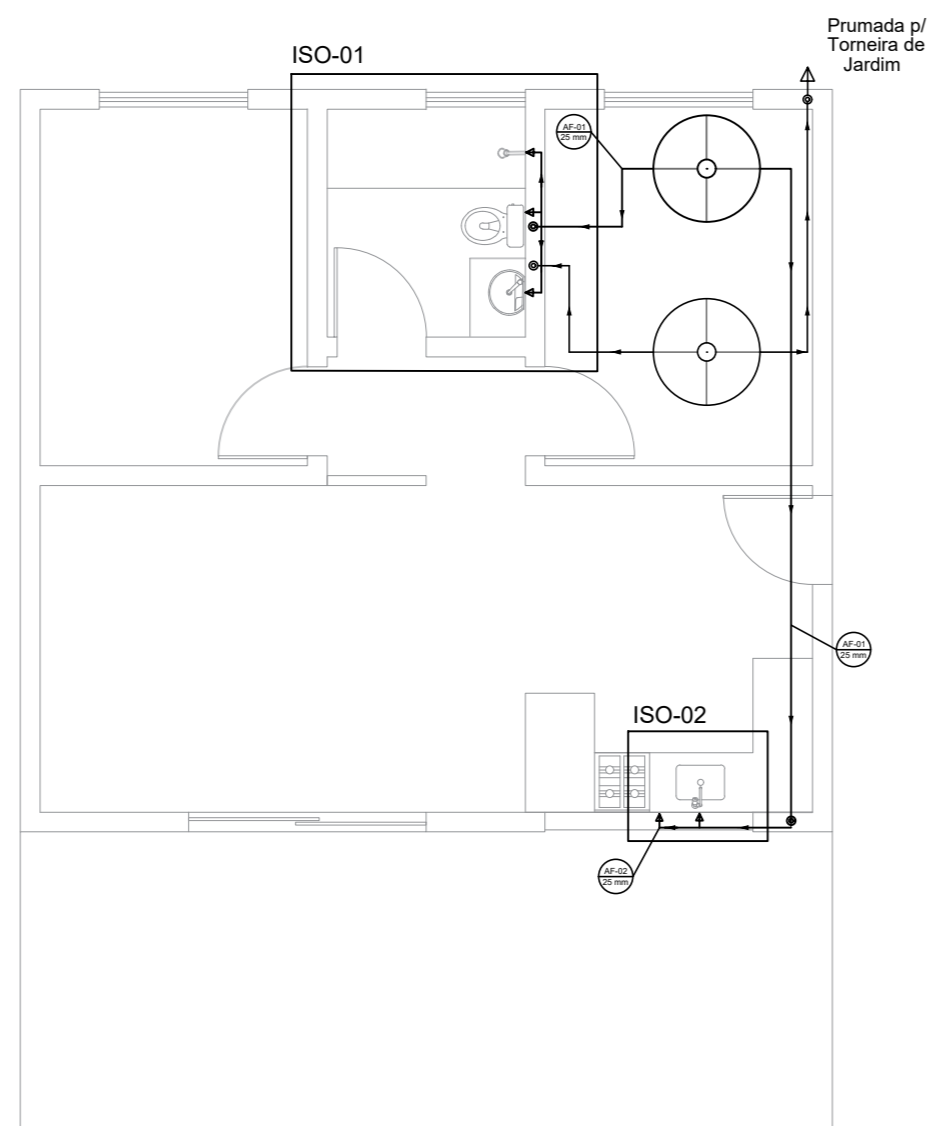
CONTEÚDO:

Projeto Elétrico

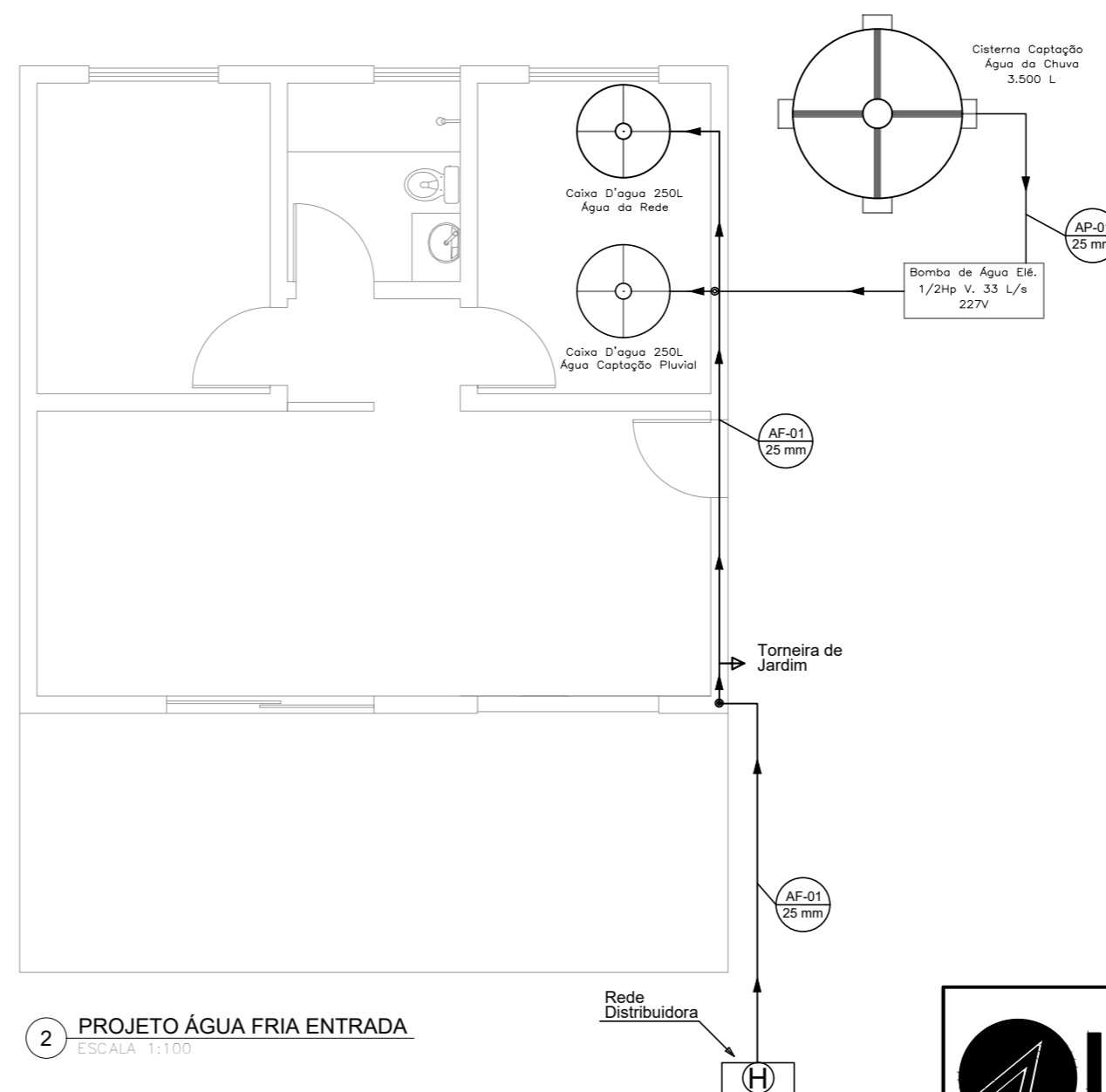
AUTOR:

Isadora Possancini e Rian Lourenzoni

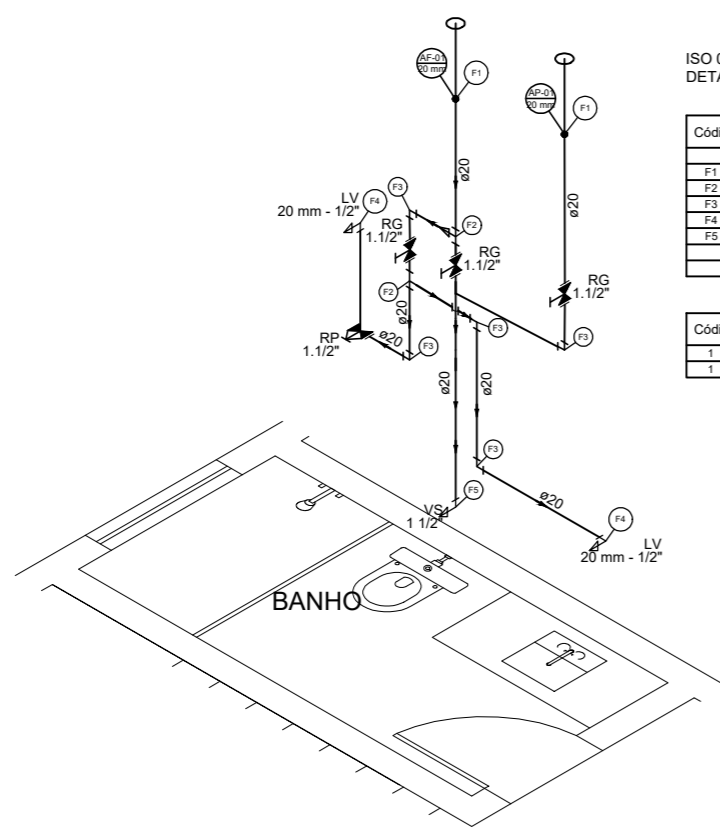
DATA: 21/06/2022	REVISÃO DATA: 21/06/2022	PROJETO N.: 01
ESCALA: INDICADA	ÁREA: 86,10 m ²	DESENHO N.: 01
DESENHO: Rian Lourenzoni	DIGITALIZAÇÃO: Rian Lourenzoni	FOLHA: 01/01



1 PROJETO ÁGUA FRIA INTERNO
ESCALA 1:100



2 PROJETO ÁGUA FRIA ENTRADA
ESCALA 1:100



3 ISOMÉTRICO BANHEIRO
ESCALA 1:100

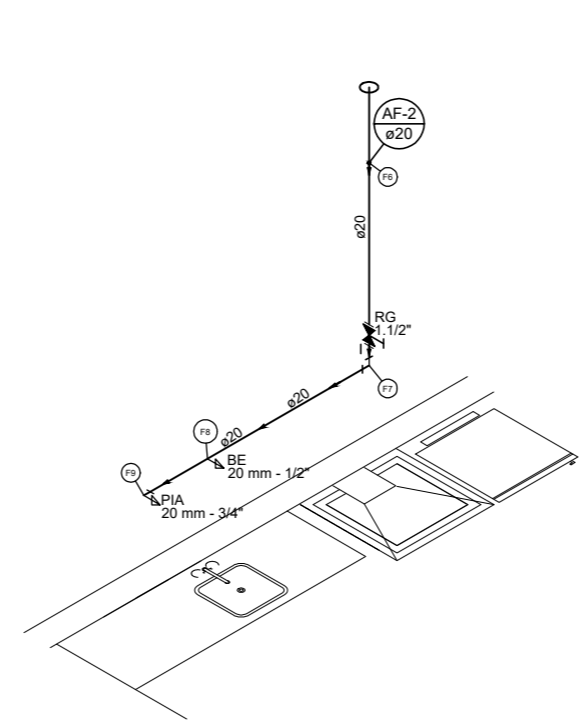
ISO 01 (1x)
DETALHE BANHO

— PVC Soldável marrom —

Código	Descrição	Und.	Dimensão	Quant.
F1	Tubo PVC Soldável branco	m	20mm	8,00
F2	Lupa PVC Soldável	pc	20mm	2
F3	Tê de 90° Soldável	pc	20mm	2
F4	Joelho 90° Soldável	pc	20mm	5
F5	Joelho 90° cr. b. de latão	pc	20mmx1/2"	2
F6	Kit Saneador C/ Caixa Acopl.	pc		1
F7	Torneira de Lavatório	pc	20mmx1/2"	1
F8	Engate Flexível Plástico	pc	1/2 - 30cm	1

— Registros, Valv., Hid —

Código	Descrição	Und.	Dimensão	Quant.
R1	Registro de gaveta	pc	1/2"	3
R2	Registro de pressão	pc	1/2"	1



4 ISOMÉTRICO COZINHA
ESCALA 1:100

ISO 02 (1x)
DETALHE COZINHA

— PVC Soldável marrom —

Código	Descrição	Und.	Dimensão	Quant.
F9	Tubo PVC Soldável branco	m	20mm	4,00
F10	Lupa PVC Soldável	pc	20mm	1
F11	Joelho 90° Soldável	pc	20mm	1
F12	Tê de 90° Soldável	pc	20mm	1
F13	Joelho 90° cr. b. de latão	pc	20mmx1/2"	1
F14	Joelho 90° cr. b. de latão	pc	20mmx3/4"	1
F15	Torneira de pia	pc	20mmx1/2"	1
F16	Plus	pc	1/2"	4
F17	Engate Flexível Plástico	pc	1/2 - 30cm	1

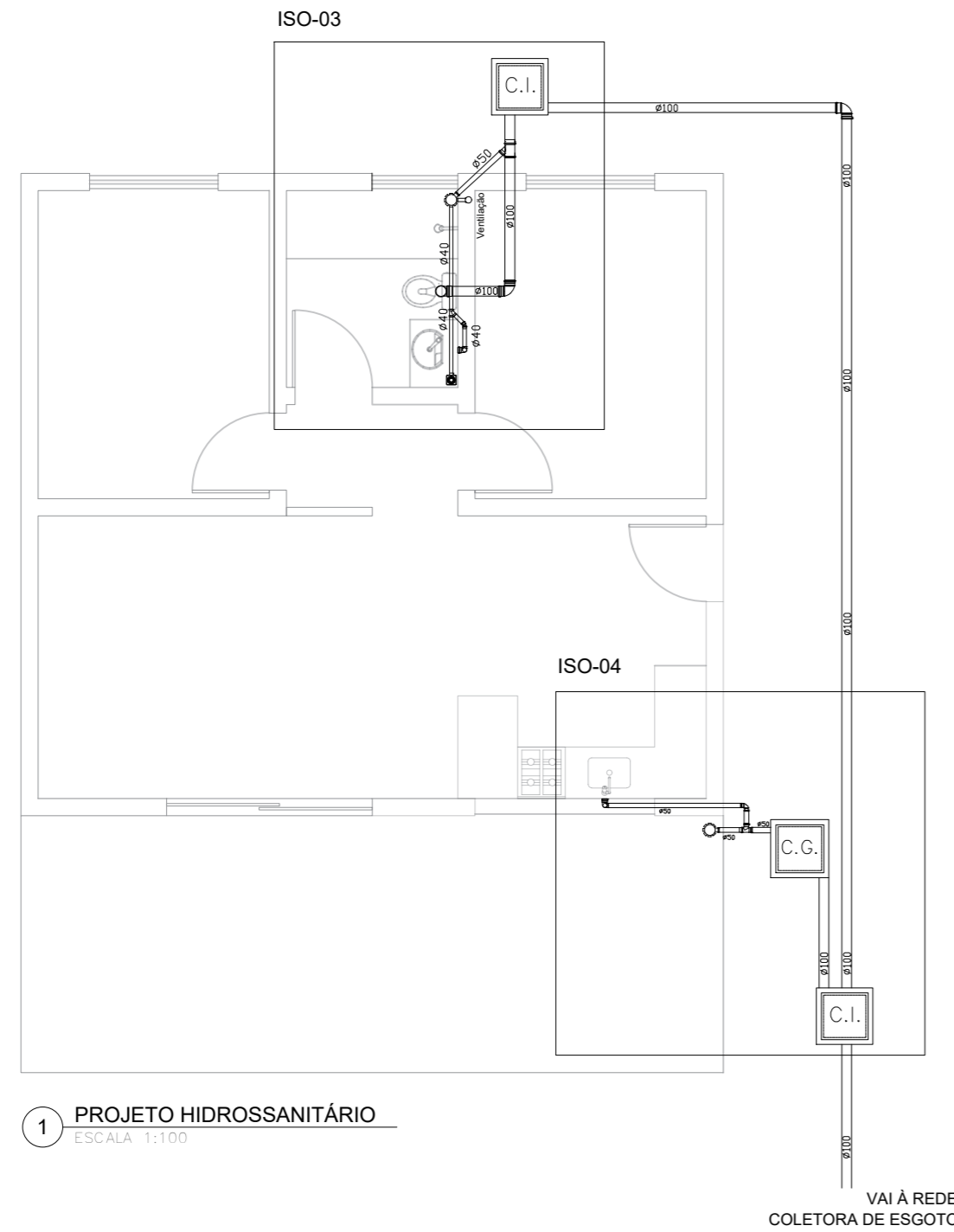
— Registros, Valv., Hid —

Código	Descrição	Und.	Dimensão	Quant.
R3	Registro de gaveta	pc	1/2"	1

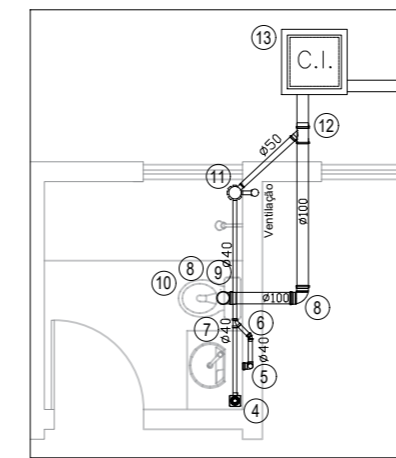


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

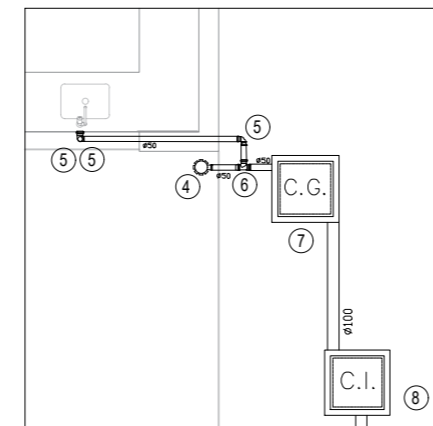
PROJETO	TÍTULO:	Projeto Hidráulico Instituto Alto Montana		
	CONTEÚDO:	Entrada de Água Fria e Isométrico		
	AUTOR:	Isadora Possancini e Rian Lourenzoni		
	DATA:	12/07/2022	REVISÃO DATA:	12/07/2022
	PROJETO N.:	01	DESENHO N.:	01
ESCALA:	INDICADA	ÁREA:	86,10 m ²	
DESENHO:	Rian Lourenzoni	DIGITALIZAÇÃO:	Rian Lourenzoni	
FOLHA:	01/03	RTR:	REITORIA	



1 PROJETO HIDROSSANITÁRIO
ESCALA 1:100



2 DETALHAMENTO BANHO
ESCALA 1:100



3 DETALHAMENTO COZINHA
ESCALA 1:100

DET 03 (1x)
DETALHE BANHO - ESGOTO

— PVC Soldável branco —

Código	Descrição	Und.	Dimensão	Quant.
	Tubo PVC Soldável branco	m	40mm	2,70
	Tubo PVC Soldável branco	m	50mm	1,00
	Tubo PVC Soldável branco	m	100mm	3,80
4	Caixa Sifonada	pc	100x100x50mm	1
5	Joelho 90°	pc	40mm	2
6	Joelho 45°	pc	40mm	1
7	Junção Simples 45°	pc	40mm	1
8	Joelho 90°	pc	100mm	3
9	Vedação p/ Saída de Vaso Sanitário	pc	100mm	1
10	Luva	pc	100mm	1
11	Caixa Sifonada	pc	100x40mm	2
12	Junção Simples 45°	pc	100x50mm	1
13	Caixa de Inspeção	pc	300x200x100mm	1

DET 04 (1x)
DETALHE COZINHA - ESGOTO

— PVC Soldável branco —

Código	Descrição	Und.	Dimensão	Quant.
	Tubo PVC Soldável branco	m	40mm	2,70
	Tubo PVC Soldável branco	m	50mm	1,00
	Tubo PVC Soldável branco	m	100mm	3,80
4	Caixa Sifonada	pc	100x40mm	1
5	Joelho 90°	pc	40mm	3
6	Tê de Redução	pc	40x50mm	1
7	Caixa de Gordura	pc	100mm	1
8	Caixa de Inspeção	pc	300x200x100mm	2



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

TÍTULO:
Projeto Hidráulico Instituto Alto Montana

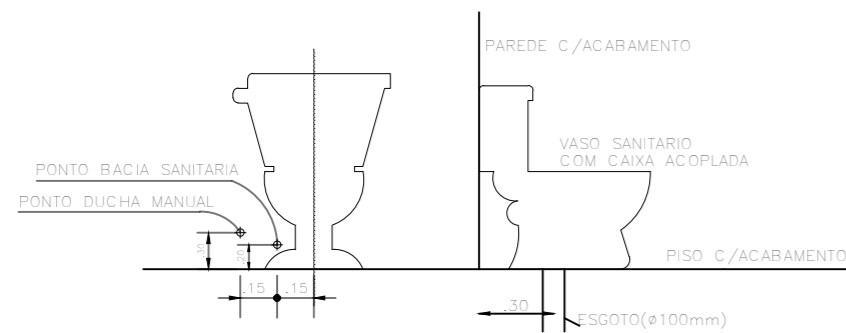
CONTEÚDO:
Entrada de Água Fria e Isométrico

AUTOR:
Isadora Possancini e Rian Lourenzoni

DATA:	12/07/2022	REVISÃO DATA:	12/07/2022	PROJETO N.:	01
ESCALA:	INDICADA	ÁREA:	86,10 m ²	DESENHO N.:	01
DESENHO:	Rian Lourenzoni	DIGITALIZAÇÃO:	Rian Lourenzoni	FOLHA:	02/03

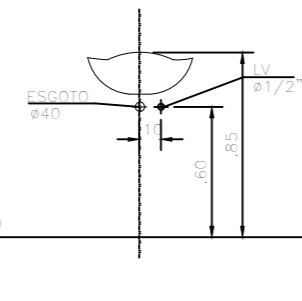
RTR:
REITORIA

DUCHA MANUAL
DETALHE BACIA SANITARIA COM CAIXA ACOPLADA

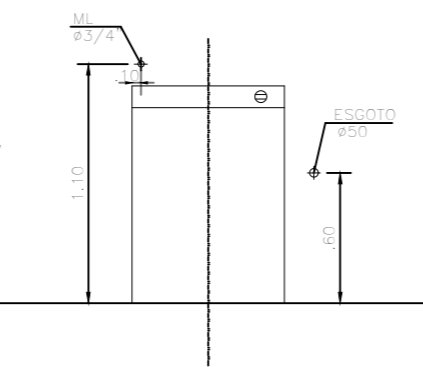


4 DETALHAMENTO EXECUTIVO HIDRÁULICO
ESCALA: SEM ESCALA

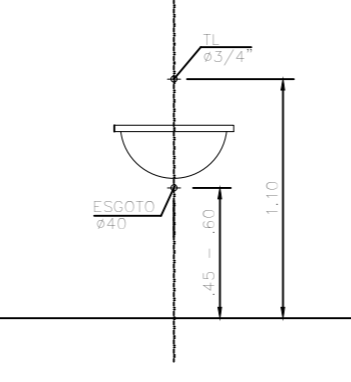
LAVATORIO



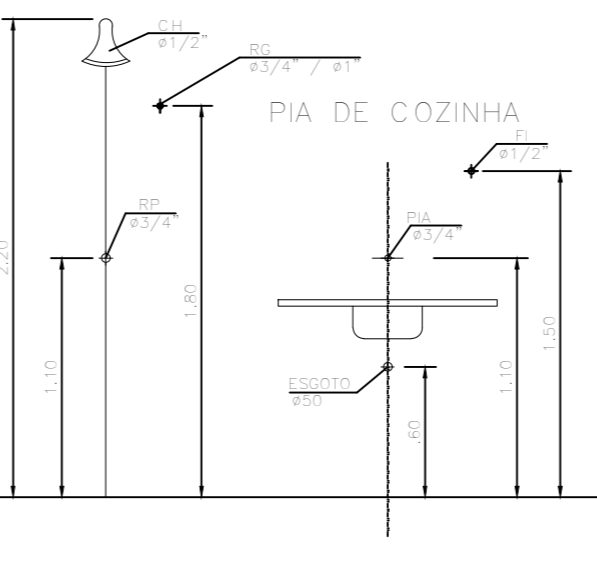
MAQUINA DE LAVAR ROUPA

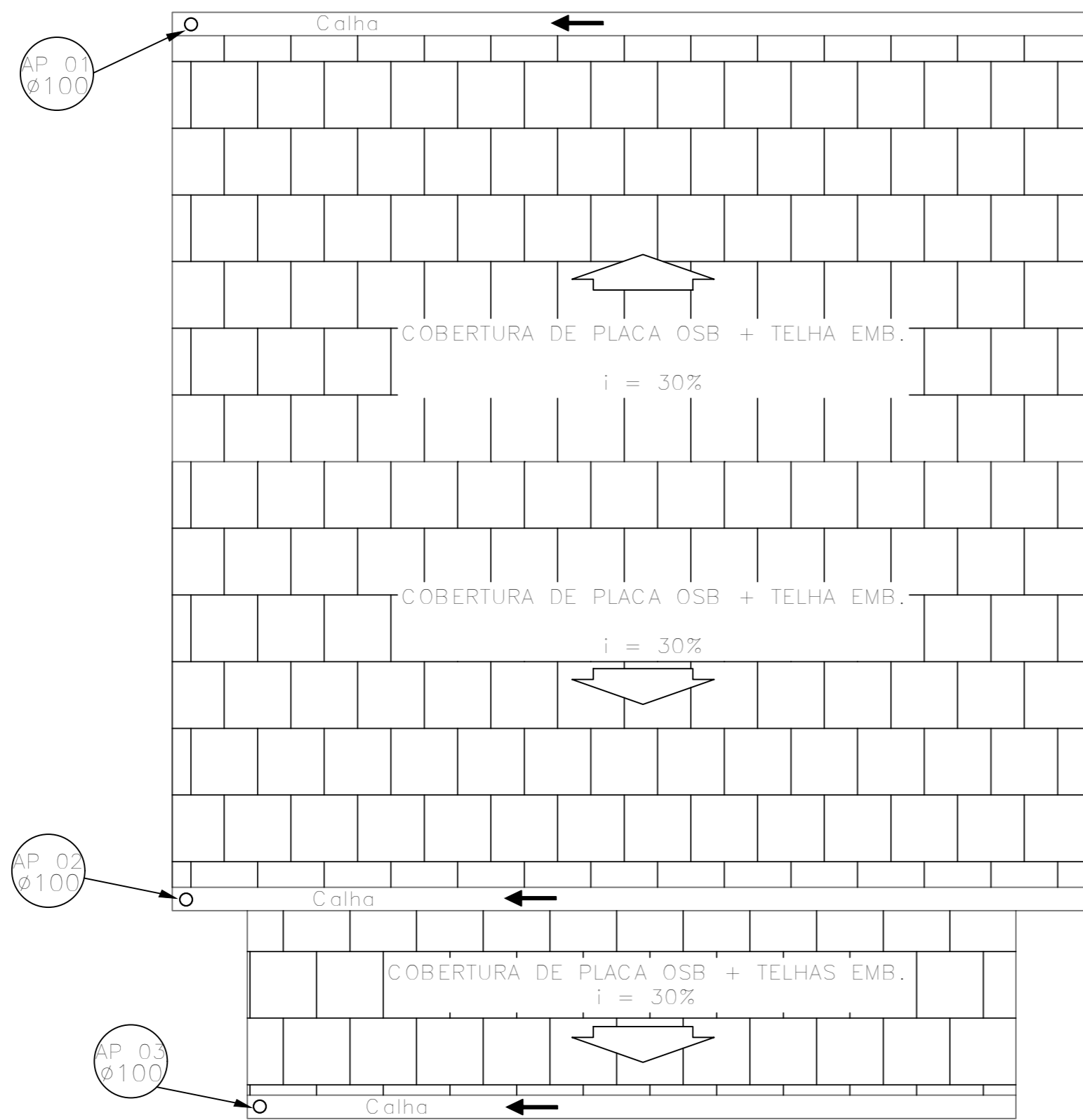


TANQUE LAVAR ROUPA (DECORALITA)

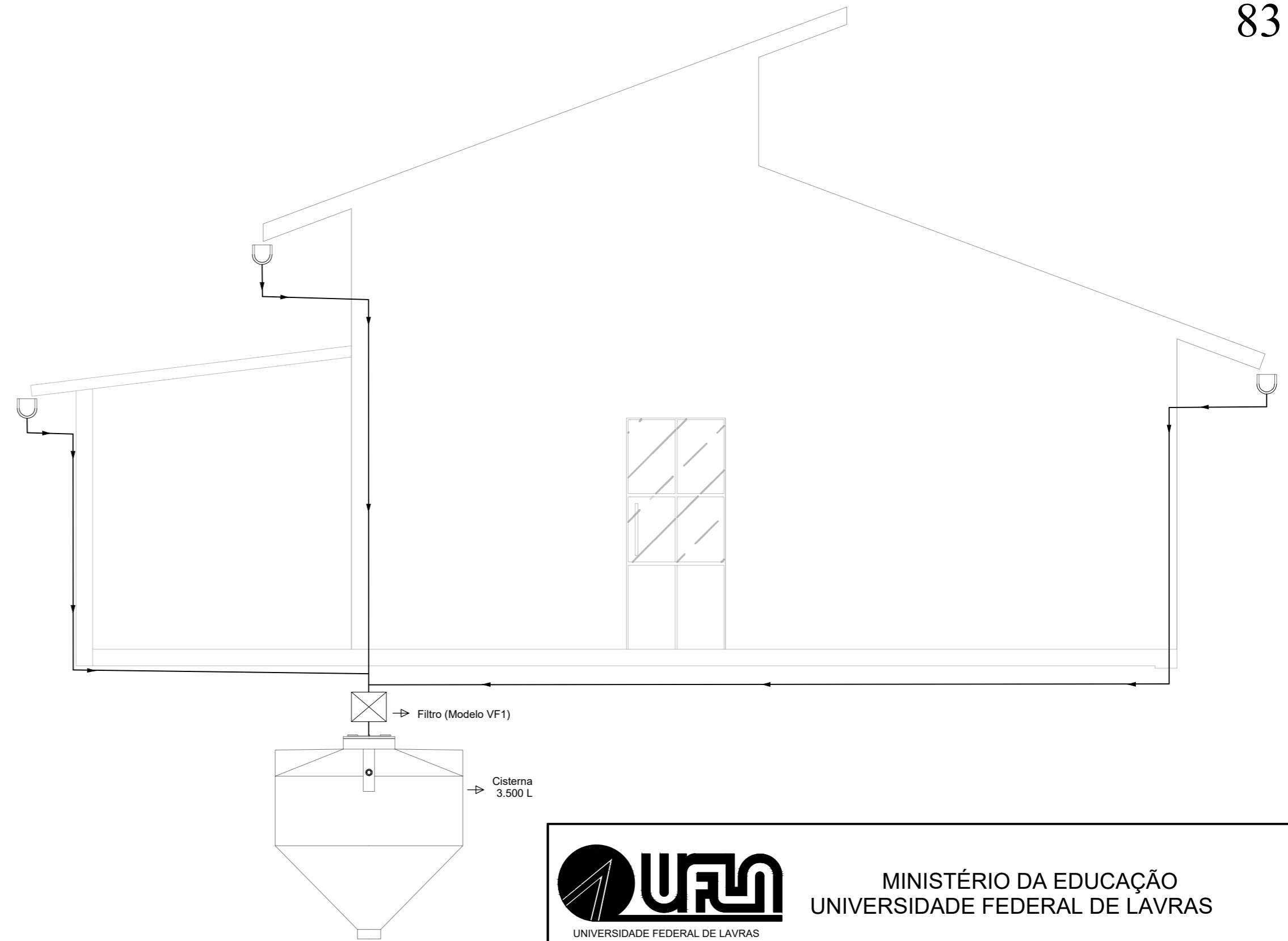


CHUVEIRO





1 PROJETO CAPTAÇÃO PLUVIAL
ESCALA 1:1250



2 PROJETO CAPTAÇÃO PLUVIAL - LATERAL
ESCALA 1:1250



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

PROJETO

TÍTULO:

Projeto Hidráulico Instituto Alto Montana

CONTEÚDO:

Entrada de Água Fria e Isométrico

AUTOR:

Isadora Possancini e Rian Lourenzoni

DATA:

12/07/2022

REVISÃO DATA:

12/07/2022

PROJETO N.:

01

ESCALA:

INDICADA

ÁREA CAPTAÇÃO:

107,19 m²

DESENHO N.:

01

DESENHO:

Rian Lourenzoni

DIGITALIZAÇÃO:

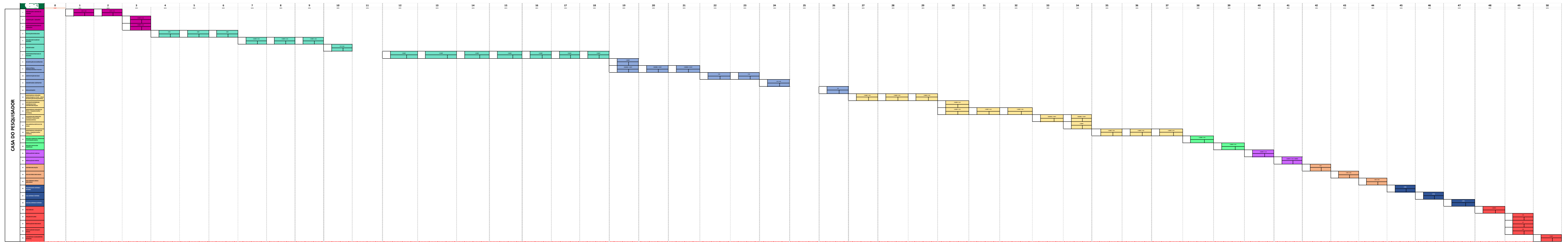
Rian Lourenzoni

FOLHA:

03/03

RTR:

REITORIA





CRONOGRAMA DE COMPRAS



PILARES

Quantidade de Peças	Seção Transversal (cm)	Comprimento (cm)	Identificação	Madeira	Fornecedor	Prazo	Início Plan.	Data Compra
4	20 x 20	390	P1, P2, P3, P4	D30		45	31/10/2022	16/09/2022
4	7,5 x 20	650	P5, P6, P7, P8	D30		45	31/10/2022	16/09/2022
3	22 x 20	520	P9, P10, P11	D30		45	31/10/2022	16/09/2022
3	23 x 20	340	P12, P13, P14	D30		45	31/10/2022	16/09/2022

VIGAS

Quantidade de Peças	Seção Transversal (cm)	Comprimento (cm)	Identificação	Madeira	Fornecedor	Prazo	Início Plan.	Data Compra
2	7,5 x 20	420	V1, V3	D30		45	31/10/2022	16/09/2022
1	7,5 x 20	270	V2	D30		45	31/10/2022	16/09/2022
2	7,5 x 30	420	V4a, V6a	D30		45	31/10/2022	16/09/2022
1	7,5 x 30	270	V5a	D30		45	31/10/2022	16/09/2022
2	7,5 x 20	420	V4m, V6m	D30		45	31/10/2022	16/09/2022
1	7,5 x 20	270	V5m	D30		45	31/10/2022	16/09/2022
2	7,5 x 20	420	V4b, V6b	D30		45	31/10/2022	16/09/2022
1	7,5 x 20	270	V5b	D30		45	31/10/2022	16/09/2022
6	7,5 x 30	530	V7a, V8a, V7b, V8b, V9, V10	D30		45	31/10/2022	16/09/2022
4	7,5 x 20	410	V11, V12, V13, V14	D30		45	31/10/2022	16/09/2022
2	7,5 x 20	380	V15, V16	D30		45	31/10/2022	16/09/2022

CAIBROS

Quantidade de Peças	Seção Transversal (cm)	Comprimento (cm)	Identificação	Madeira	Fornecedor	Prazo	Início Plan.	Data Compra
25	5 x 10	530	Cobertura Quartos/Banheiro	D30		45	31/10/2022	16/09/2022
25	5 x 10	580	Cobertura Sala/Cozinha	D30		45	31/10/2022	16/09/2022
25	5 x 10	350	Cobertura Varanda	D30		45	31/10/2022	16/09/2022

MONTANTE E TRAVESSAS DO FRAME (VEDAÇÃO)

Quantidade de Peças	Seção Transversal (cm)	Comprimento (cm)	Identificação da Parede	Madeira	Fornecedor	Prazo	Início Plan.	Data Compra
117	04 x 15	280	A, B, C, D, E, G, H, I, J, M, K, L, N, O	D30			27/07/2022	27/07/2022
4	04 x 15	160	A, C	D30			27/07/2022	27/07/2022
4	04 x 15	140	A, C	D30			27/07/2022	27/07/2022
11	04 x 15	210	B, D, F	D30			27/07/2022	27/07/2022
2	04 x 15	70	B	D30			27/07/2022	27/07/2022
22	04 x 15	120	D, E, G, F, H	D30			27/07/2022	27/07/2022
13	04 x 15	60	E, G, F	D30			27/07/2022	27/07/2022
10	04 x 15	400	H, I	D30			27/07/2022	27/07/2022
1	04 x 15	200	H	D30			27/07/2022	27/07/2022
5	04 x 15	50	H	D30			27/07/2022	27/07/2022
3	04 x 15	90	I	D30			27/07/2022	27/07/2022
4	04 x 15	40	I	D30			27/07/2022	27/07/2022
4	04 x 15	390	J, M, K, L	D30			27/07/2022	27/07/2022
14	04 x 15	370	J, M, K, L, N, O	D30			27/07/2022	27/07/2022
20	04 x 15	170	J, M, K, L	D30			27/07/2022	27/07/2022
7	04 x 15	340	N, O	D30			27/07/2022	27/07/2022
14	04 x 15	270	N, O	D30			27/07/2022	27/07/2022

PLACAS

Quantidade de Peças	Seção Transversal (cm)	Comprimento (cm)	Identificação	Material	Fornecedor	Prazo	Início Plan.	Data Compra
8	120 x 1,5	540	Cobertura Quartos/Banheiro	OSB			27/07/2022	27/07/2022
8	120 x 1,5	600	Cobertura Sala/Cozinha	OSB			27/07/2022	27/07/2022
8	120 x 1,5	370	Cobertura Varanda	OSB			27/07/2022	27/07/2022
120	120 x 1,5	220	Placas Madeira	OSB			27/07/2022	27/07/2022
180	120 x 1,5	220	Membrana Hidrófuga				27/07/2022	27/07/2022
50	120 x 1,5	120	Placa Cimentícia				27/07/2022	27/07/2022

PORTAS

Quantidade de Peças	Largura (cm)	Altura (cm)	Identificação	Material	Fornecedor	Prazo	Início Plan.	Data Compra
4	90	210	Cozinha, Quartos, Banheiro	Madeira			25/08/2022	25/08/2022
1	240	230	Sala	Vidro			25/08/2022	25/08/2022

JANELAS

Quantidade de Peças	Largura (cm)	Altura (cm)	Identificação	Material	Fornecedor	Prazo	Início Plan.	Data Compra
2	150	150	Quartos	Madeira			10/08/2022	10/08/2022
1	60	40	Banheiro	Vidro			10/08/2022	10/08/2022
1	210	150	Cozinha	Madeira			10/08/2022	10/08/2022

ÁGUA FRIA BANHO/COZINHA

Item	Descrição	Unid.	Dimensão	Qnt	Fornecedor	Prazo	Início Plan.	Data Compra
1	Tubo PVC Soldável	m	20mm	8,0			21/07/2022	21/07/2022
2	Luva PVC Soldável	pç	20mm	2			21/07/2022	21/07/2022
3	Tê de 90° Soldável	pç	20mm	3			21/07/2022	21/07/2022
4	Joelho de 90° Soldável	pç	20mm	5			21/07/2022	21/07/2022
5	Joelho 90° c/ Bucha Latão	pç	20mmX1/2"	1			21/07/2022	21/07/2022
6	Joelho 90° c/ Bucha Latão	pç	20mmX1/2"	3			21/07/2022	21/07/2022
7	Válvula de Descarga	pç	20mmX1/2"	1			21/07/2022	21/07/2022
8	Vaso Sanitário p/ Válvula	pç	-	1			21/07/2022	21/07/2022
9	Torneira de Lavatório	pç	20mmX1/2"	1			21/07/2022	21/07/2022
10	Engate Flexível Plástico	pç	1/2 - 30cm	2			21/07/2022	21/07/2022
11	Registro de Gaveta	pç	3/4"	2			21/07/2022	21/07/2022
12	Registro de Pressão	pç	3/4"	1			21/07/2022	21/07/2022
13	Torneira de Pia	pç	20mmX1/2"	1			21/07/2022	21/07/2022
14	Plug de Plástico	pç	1/2"	4			21/07/2022	21/07/2022

ESGOTO

Item	Descrição	Unid.	Dimensão	Qnt	Fornecedor	Prazo	Início Plan.	Data Compra
1	Tubo PVC Soldável Branco	m	40mm	6,00			21/07/2022	21/07/2022
2	Tubo PVC Soldável Branco	m	50mm	6,00			21/07/2022	21/07/2022
3	Tubo PVC Soldável Branco	m	100mm	24,00			21/07/2022	21/07/2022
4	Caixa Sifonada	pç	100x100x50mm	1			21/07/2022	21/07/2022
5	Joelho 90° PVC Soldável	pç	40mm	5			21/07/2022	21/07/2022
6	Joelho 45° PVC Soldável	pç	40mm	1			21/07/2022	21/07/2022
7	Junção Simples 45°	pç	100x40mm	1			21/07/2022	21/07/2022
8	Joelho 90° PVC Soldável	pç	100mm	3			21/07/2022	21/07/2022
9	Vedação p/ Saída de Vaso Sanitário	pç	100mm	1			21/07/2022	21/07/2022
10	Luva	pç	100mm	1			21/07/2022	21/07/2022
11	Caixa Sifonada	pç	100x100x40mm	2			21/07/2022	21/07/2022
12	Junção Simples 45°	pç	100x50mm	1			21/07/2022	21/07/2022
13	Caixa de Inspeção	pç	300x200x100mm	3			21/07/2022	21/07/2022
14	Tê de Redução	pç	40x50mm	1			21/07/2022	21/07/2022
15	Caixa de Gordura	pç	100mm	1			21/07/2022	21/07/2022
16	Cola PVC	Unid.	-	1			21/07/2022	21/07/2022
17	Solução Limpadora	L	-	1			21/07/2022	21/07/2022
18	Estopa 500g	Unid.	-	1			21/07/2022	21/07/2022
19	Lâmina de Serra	Unid.	-	2			21/07/2022	21/07/2022

ELÉTRICO

Item	Descrição	Unid.	Dimensão	Qty	Fornecedor	Prazo	Início Plan.	Data Compra
1	Mangueira Canaflex Corrugada	m	3/4"	100,0			21/07/2022	21/07/2022
2	Mangueira Canaflex Corrugada	m	1"	10,0			21/07/2022	21/07/2022
3	Caixa Octagonal PVC	Unid.	4x4x10cm	13			21/07/2022	21/07/2022
4	Caixa PVC elétrica	Unid.	4x4cm	18			21/07/2022	21/07/2022
5	Quadro de Distribuição de Embutir	Unid.	22x28x9cm	1			21/07/2022	21/07/2022
6	Emenda Mangueria Canaflex	Unid.	3/4"	25			21/07/2022	21/07/2022
7	Emenda Mangueria Canaflex	Unid.	1"	25			21/07/2022	21/07/2022
8	Fita Isolante 3m	Unid.	20mx2cm	1			21/07/2022	21/07/2022
9	Acabamento Tomada Única	Unid.	4x4cm	4			21/07/2022	21/07/2022
10	Acabamento Tomada Dupla	Unid.	4x4cm	6			21/07/2022	21/07/2022
11	Interruptor Simples	Unid.	4x4cm	6			21/07/2022	21/07/2022
12	Interruptor Duplo	Unid.	4x4cm	2			21/07/2022	21/07/2022
13	Cabo Duplo	m	2,5mm				21/07/2022	21/07/2022
14	Cabo Simples	m	1,8mm				21/07/2022	21/07/2022

LOUÇAS/METAIS

Item	Descrição	Unid.	Dimensão	Qty	Fornecedor	Prazo	Início Plan.	Data Compra
	Vaso Sanitário c/ Caixa Acoplada	Unid.	3/6L	1,00			25/08/2022	25/08/2022
	Lavatório Banheiro c/ Bancada	Unid.	100x50cm	1,00			25/08/2022	25/08/2022
	Torneira p/ Lavatório Banho	Unid.	20mmX1/2"	1,00			25/08/2022	25/08/2022
	Pia Cozinha Aço Inox	Unid.	42x60cm	1			25/08/2022	25/08/2022
	Bancada Granito Pia Cozinha	Unid.	15.58m²	1			25/08/2022	25/08/2022
	Chuveiro 220V	Unid.	-	1			25/08/2022	25/08/2022

PISOS E CERÂMICAS

Item	Descrição	Unid.	Dimensão	Qty	Fornecedor	Prazo	Início Plan.	Data Compra
	Piso Vinílico	Unid.	m²	43,15			25/08/2022	25/08/2022
	Piso Cerâmico (área molhada)	Unid.	m²	15,59			25/08/2022	25/08/2022
	Revestimento Cerâmico (área molhada)	Unid.	m²	38,58			25/08/2022	25/08/2022
	Argamassa AC3	Unid.	20 kg	18			25/08/2022	25/08/2022
	Rejunte Cimentício	Unid.	Kg	18			25/08/2022	25/08/2022

PINTURA

Item	Descrição	Unid.	Dimensão	Qty	Fornecedor	Prazo	Início Plan.	Data Compra
	Tinta Branca	Unid.	18 L	2,00			25/08/2022	25/08/2022
	Massa Corrida	Unid.	3,6 L	5,00			25/08/2022	25/08/2022
	Lixa de Parede	Unid.	Padrão	40,00			25/08/2022	25/08/2022
	Rolo de Tinta	Unid.	23 cm	4			25/08/2022	25/08/2022
	Pincel Trincha	Unid.	4"	5			25/08/2022	25/08/2022

CONCRETO

Item	Descrição	Unid.	Dimensão	Qty	Fornecedor	Prazo	Início Plan.	Data Compra
Concreto 20MPa	Blocos de Fundação	m³	(0,6x0,6x0,6)x14	3,024			26/07/2022	26/07/2022
Concreto 20MPa	Contrapiso	m³	94,3x0,08	7,544			11/07/2022	11/07/2022

LIGAÇÕES

Item	Descrição	Unid.	Dimensão	Qty	Fornecedor	Prazo	Início Plan.	Data Compra
	Porca	Unid.	3/4"	168			12/07/2022	12/07/2022
	Arruela	Unid.	3/4"	168			12/07/2022	12/07/2022
	Barra Roscada	m	3/4"	21			12/07/2022	12/07/2022

