



**EDUARDO BRAVO GONÇALVES**

**AUGUSTO EUGÊNIO DE ANDRADE ALMEIDA**

**ESTUDO DO SISTEMA *LIGHT WOOD FRAME* PARA  
HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL NO BRASIL**

**LAVRAS-MG**

**2023**

**EDUARDO BRAVO GONÇALVES**  
**AUGUSTO EUGÊNIO DE ANDRADE ALMEIDA**

**ESTUDO DO SISTEMA *LIGHT WOOD FRAME* PARA HABITAÇÕES DE  
INTERESSE SOCIAL NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal de  
Lavras, como parte das exigências do  
Curso de Engenharia Civil, para  
obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. André Luiz Zangiacomo  
Orientador

**LAVRAS-MG**

**2023**

**EDUARDO BRAVO GONÇALVES**  
**AUGUSTO EUGÊNIO DE ANDRADE ALMEIDA**

**ESTUDO DO SISTEMA *LIGHT WOOD FRAME* PARA HABITAÇÕES DE  
INTERESSE SOCIAL NO BRASIL**

**STUDY OF THE LIGHT WOOD FRAME SYSTEM FOR SOCIAL HOUSING IN  
BRAZIL**


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

APROVADOS em 05 de dezembro de 2023.

Dr. André Luiz Zangiacomo UFLA

Dr. Lucas Henrique Pedrozo Abreu UFLA

Dra. Priscilla Abreu Pereira Ribeiro UFLA

Documento assinado digitalmente  
 **ANDRE LUIZ ZANGIACOMO**  
Data: 13/12/2023 09:10:45-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. André Luiz Zangiacomo

Orientador (a)

**LAVRAS-MG**

**2023**

## AGRADECIMENTOS

Por Eduardo...

Agradeço imensamente à minha família. Minha mãe, Sheila, e meu pai, Paulo "Curió", sempre me forneceram força, amor, apoio e tudo que eu precisava para me tornar a pessoa que sou e me orgulho de ser. Não haveria pais melhores para o caminho que percorri envolvendo tanto carinho. Às minhas avós, Enilda e Ana Maria, junto com meus avôs, Paulo e Marcos, também sempre me apoiaram e me amaram intensamente, não fazendo por mim nada menos do que pais fariam por um filho. Para Pedro e Gael, os amo incondicionalmente, e sou grato por tê-los como irmãos. Não apenas para aqueles que mencionei, mas para todos que fazem parte da minha família, como primos, tios, etc., obrigado por tudo, e os amo muito.

À minha namorada, Ana Paula de Lima, também agradeço por tudo. Esteve ao meu lado desde antes do início do meu curso, me amou e confortou nos momentos difíceis até os mais felizes da minha vida. É minha companheira para a vida, e cada pequena conquista que alcançamos e as que ainda vamos conquistar ao longo de nossa trajetória são suficientes para me deixar com os olhos marejados e inspirado a continuar sendo melhor a cada dia, principalmente se esses dias forem acompanhados de um abraço seu. *You are my candy woman.*

Também agradeço aos meus amigos de longa data, também conhecidos como "GA": Sousa, Raul, Mahal, Da Sé, Pajé, Daniel, Augusto, Gui, Rodolfo, Nikolas, Fernando. Faço questão de mencionar o nome de cada um, pois todos fazem parte da minha trajetória. Os amo e agradeço por terem me acompanhado com tanto companheirismo ao longo da vida. Eu sei que tenho algo ao meu lado que muitas pessoas dariam suas vidas para ter, esse algo são vocês.

Para meus amigos que conheci durante o curso. Vinicius, Tamara, Canudo, Paim e Cecília. Também os agradeço por tudo. O ambiente universitário pode ser árduo, mas ao lado de vocês posso recordar desses tempos com um sorriso no rosto e muito carinho guardado no peito. Amo não apenas vocês mas também cada momento que passamos juntos fora e dentro da universidade. Aguardo de coração que possamos continuar nutrindo esse carinho diante do futuro que nos aguarda.

Obrigado ao meu orientador André por ser tão atencioso com suas perfeitas aulas que ajudaram nesse trabalho e com meu futuro. Agradeço também à UFLA pela minha formação.

Por Augusto...

Gostaria de agradecer inicialmente a minha família, minha mãe Paula, meu pai Aurimar, minha irmã Luiza e minha avó Maria da Glória, que foram minha maior motivação durante toda minha vida e que sempre estiveram ao meu lado me apoiando e me guiando pelo caminho certo. Sou muito grato pelo amor incondicional, por todo suporte e pelo encorajamento durante toda minha jornada acadêmica, sem vocês esse sonho talvez não fosse possível. Mesmo que o futuro seja incerto, sei que vocês estarão ao meu lado pro que der e vier, amo muito vocês.

Aos meus amigos queridos que estão comigo a tanto tempo, que participaram de diversos momentos da minha vida, sempre deixando meus dias mais felizes, por mais difíceis que fossem. Um agradecimento especial aos meus irmãos de outra mãe, o grupo “GA”, que posso dizer com certeza que é minha segunda família, não importa a distância que estivermos, sei que sempre vou poder contar com vocês pro que for preciso, e saibam que também estou sempre aqui para o que precisarem.

A todos os meus colegas de faculdade, com quem compartilhei as alegrias e as dificuldades da graduação, quero agradecer pela parceria, colaboração e amizade que desenvolvemos ao longo desses anos. As experiências que compartilhamos com certeza levarei para sempre comigo.

Por fim, dedico meus agradecimentos à UFLA e aos professores responsáveis por despertar minha paixão pelo curso de Engenharia Civil, com destaque para nosso orientador André Zangiaco, que me fez olhar para a Engenharia com outros olhos. Sempre muito didático e atencioso, conseguiu fazer a disciplina de Estruturas de Madeira ser uma das mais edificantes do curso.

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar e discutir a viabilidade da implantação do método construtivo *light wood frame* industrial na construção de habitações de interesse social no Brasil. Tendo como ponto de partida as novas políticas de habitação social brasileiras para o ano de 2023, escolheu-se esse método como objeto de estudo devido à sua agilidade e versatilidade superiores ao método construtivo convencional utilizado no país. O *light wood frame*, embora muito popular em outros países, como os Estados Unidos, não recebe o mesmo reconhecimento no Brasil, devido a fatores como valor e falta de mão de obra, mas principalmente ao preconceito com o uso da madeira, resultante da falta de conhecimento do método. Com a observação e compreensão das referências na literatura acadêmica e fontes legislativas, se evidencia o *light wood frame* como uma abordagem mais ágil e com potencial de se equiparar no quesito orçamentário aos métodos mais viáveis economicamente com o conceito de economia de escala, concedido pelo ambiente de fábrica. Verificou-se, também, que novas exigências governamentais são atendidas, como a preferência por métodos industriais e uso de madeira reflorestada ou nativas certificadas. Além disso, desafios históricos como a segregação espacial da população atendida pelos projetos habitacionais podem ser enfrentados com o uso do *light wood frame*, pelo fato da obra não apresentar canteiros grandes, possibilitando a construção do projeto em bairros já consolidados. Aponta-se, também, o impacto ambiental, que é significativamente reduzido com a extração fiscalizada, diminuição essa que é bem representada pela pouca emissão de gases de efeito estufa e baixa produção de resíduos sólidos na fase construtiva. Ademais, normas que preconizam o conforto dos inquilinos também são atendidas em todo o território nacional, como por exemplo as que abrangem fatores térmicos e acústicos. Porém, os desafios ainda são impostos pela falta de mão de obra especializada e desconfiança populacional com o uso da madeira na construção civil.

**Palavras-chave:** Projetos sociais, Desempenho térmico e acústico, Agilidade na construção civil, Economia de escala, Objetivos de desenvolvimento sustentável

## ABSTRACT

The present work aimed to analyze and discuss the feasibility of implementing the industrial Light Wood Frame construction method in the construction of social housing in Brazil. Taking as a starting point the new Brazilian social housing policies for the year 2023, this method was chosen as the subject of study due to its superior agility and versatility compared to the conventional construction method used in the country. Although Light Wood Frame is very popular in other countries, such as the United States, it does not receive the same recognition in Brazil, due to factors such as cost and lack of skilled labor, but mainly due to prejudice against the use of wood, resulting from a lack of knowledge about the method. Through the observation and understanding of references in academic literature and legislative sources, Light Wood Frame emerges as a more agile approach with the potential to match economically viable methods with the concept of economies of scale provided by the factory environment. It was also found that new government requirements are met, such as the preference for industrial methods and the use of certified reforested or native wood. In addition, historical challenges, such as the spatial segregation of the population served by housing projects, can be addressed with the use of Light Wood Frame, as the construction does not involve large construction sites, allowing the project to be built in already established neighborhoods. Moreover, the environmental impact is significantly reduced with regulated extraction, a decrease well represented by low greenhouse gas emissions and low production of solid waste during the construction phase. Furthermore, standards that advocate tenant comfort are also met throughout the national territory, including factors such as thermal and acoustic considerations. However, challenges still persist due to the lack of skilled labor and public mistrust regarding the use of wood in construction.

**Keywords:** Social Projects, Thermal and Acoustic Performance, Agility in Construction, Economies of Scale, Sustainable Development Goals

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 2.1:</b> Flutuação do déficit habitacional brasileiro de 1991 até 2017.....	<b>14</b>
<b>Gráfico 2.2:</b> Quantidade de unidades habitacionais atrasadas ou paralisadas por estado...	<b>22</b>
<b>Gráfico 3.1:</b> Emissão de gases de efeito estufa por método de vedação.....	<b>32</b>
<b>Gráfico 4.1:</b> Detalhamento do cronograma das etapas de construção do método convencional e do sistema <i>light wood frame</i> .....	<b>37</b>
<b>Gráfico 4.2:</b> Tempo (em dias) necessário para a construção de uma UH.....	<b>37</b>
<b>Gráfico 4.3:</b> Tempo (em horas) necessário para o levantamento das paredes.....	<b>38</b>



## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 2.1:</b> Contratações e entregas do PMCMV: 2009 a 2020 por faixas.....	19
<b>Quadro 3.1:</b> Formas de tratamento dos quadros estruturais.....	25
<b>Quadro 3.2:</b> Dimensões dos quadros estruturais.....	25
<b>Quadro 3.3:</b> Características dos elementos que compõem a vedação.....	28
<b>Quadro 4.1:</b> Recomendação dos sistemas e componentes dos métodos construtivos para o PMCMV.....	35
<b>Quadro 4.2:</b> Primeiro Comparativo Orçamentário entre <i>light wood frame</i> e alvenaria convencional.....	39
<b>Quadro 4.3:</b> Segundo Comparativo Orçamentário entre <i>light wood frame</i> e alvenaria convencional.....	39
<b>Quadro 4.4:</b> Terceiro Comparativo Orçamentário entre <i>light wood frame</i> e alvenaria convencional.....	40
<b>Quadro 4.5:</b> Desempenho térmico mínimo para as oito zonas bioclimáticas.....	42
<b>Quadro 4.6:</b> Diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa do dormitório (fachada) ( $D_{2m,nT,w}$ ).....	43
<b>Quadro 4.7:</b> Diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes ( $D_{nT,w}$ ).....	44

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 3.1:</b> Esquema simplificado do quadro estrutural.....	<b>24</b>
<b>Figura 3.2:</b> Representação arquitetônica da Casa 1.0.....	<b>26</b>
<b>Figura 3.3:</b> Composição das paredes externas.....	<b>27</b>
<b>Figura 3.4:</b> Execução do telhado feito pela Tecverde.....	<b>29</b>
<b>Figura 3.5:</b> Etapa da execução de uma fundação tipo radier.....	<b>30</b>
<b>Figura 3.6:</b> Disposição das tubulações hidráulicas e conduítes na estrutura LWF.....	<b>31</b>
<b>Figura 4.1:</b> Representação gráfica do conceito de economia de escala.....	<b>41</b>
<b>Figura 4.2:</b> Ilustração de seção de madeira laminada colada exposta ao fogo durante 30 minutos.....	<b>43</b>

## LISTA DE SIGLAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ONU	Organização das Nações Unidas
IAPS	Institutos de Aposentadoria e Pensões
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
FHC	Fernando Henrique Cardoso
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
SAJ	Secretaria Especial para Assuntos Jurídicos
UH	Unidade Habitacional
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PSOL	Partido Socialismo e Liberdade
MTST	Movimento Dos Trabalhadores Sem-Teto
CGU	Controladoria-Geral da União
LWF	Light Wood Frame
CO <sub>2</sub> eq	Carbono equivalente
GEE	Gases de efeito estufa
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílio
NBR	Normas Brasileiras
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
SiNAT Sistemas Convencionais	Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de Produtos Inovadores e Sistemas Convencionais
D <sub>2m,nT,w</sub>	Diferença padronizada de nível ponderada das paredes de fachada
D <sub>nT,w</sub>	Diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2. A QUESTÃO DA MORADIA.....</b>	<b>14</b>
2.1 A Moradia na Conjuntura Histórica Brasileira.....	14
2.2 PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA.....	17
2.3 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.....	20
2.4 Limites e Desafios do Programa Minha Casa Minha Vida.....	20
<b>3. O MÉTODO LIGHT WOOD FRAME.....</b>	<b>24</b>
3.1 Os Componentes Estruturais do Light Wood Frame.....	24
3.2 Abordagem Industrial.....	26
3.3 Vedação.....	27
3.4 Cobertura.....	29
3.5 Fundação.....	29
3.6 Sistema Elétrico e Hidráulico.....	31
3.7 Fatores Ambientais.....	31
3.8 Desafios Para o Light Wood Frame no Brasil.....	33
<b>4. O LIGHT WOOD FRAME PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL NO BRASIL.....</b>	<b>34</b>
4.1 Demandas e Preferências do Programa Minha Casa Minha Vida.....	34
4.2 Agilidade no Processo Construtivo.....	36
4.3 Fator Orçamentário.....	38
4.4 Benefícios Para os Inquilinos.....	41
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXO A - DETALHAMENTOS CONSTRUTIVOS DO LIGHT WOOD FRAME....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXO B - PLANTAS DA CASA 1.0 DA TECVERDE.....</b>	<b>54</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Com a flutuação do déficit habitacional no Brasil e, juntamente com recentes exigências nacionais e internacionais em relação ao combate à pobreza e à preservação do meio ambiente, novos desafios apresentam-se perante a engenharia civil na área de obras públicas, assim como em projetos habitacionais. Assim, métodos inovadores com alta produtividade no setor mostram-se essenciais, já que o aumento da eficiência na área sempre foi um dos maiores obstáculos.

Além disso, outros desafios são relevantes. Os métodos construtivos mais comuns no Brasil exibem contratempos significativos que podem ser contornados com o avanço tecnológico da construção civil. O método convencional com tijolos cerâmicos possui baixa produtividade, alto índice de desperdício e qualidade variável. Outras vias como a alvenaria estrutural e *light steel frame* tropeçam nos fatores ambientais por promoverem alta poluição do meio ambiente, mesmo que a produtividade aumente. Assim, torna-se necessário uma alternativa que contemple vários benefícios em diferentes perspectivas.

O *light wood frame* é um método construtivo já consagrado e amplamente executado em inúmeras regiões fora do Brasil, como a América do Norte e a Europa. É uma abordagem estruturada em madeira que apresenta alta produtividade pela possibilidade industrial, além de apresentar-se como uma alternativa renovável se feita com responsabilidade pelas construtoras e pelos órgãos fiscalizadores responsáveis.

Diante da possibilidade do desenvolvimento de um projeto produtivo e ambientalmente interessante para frear o déficit habitacional que ameaça a classe trabalhadora, faz-se no presente trabalho um estudo de implementação do método *light wood frame* para interesse social. O objetivo foi avaliar os benefícios a partir do ponto de vista da construção civil, preservação ambiental, bem-estar social e manutenção dos direitos dos cidadãos brasileiros decretados pela constituição vigente nacional e por tratados internacionais. E para atingi-lo são feitas revisões bibliográficas do tema juntamente com uma análise de levantamentos estatísticos, decretos legislativos oficiais, normas brasileiras e um estudo histórico de desafios enraizados no país.

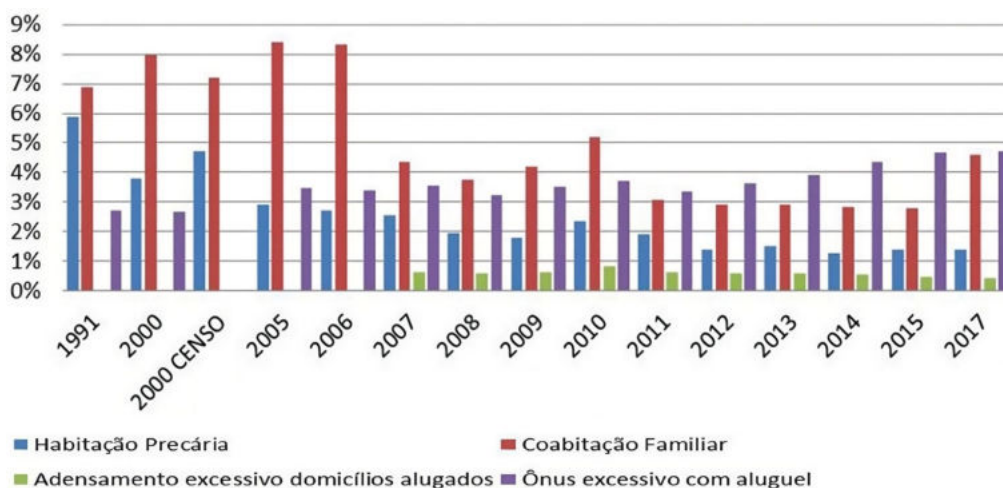
## 2. A QUESTÃO DA MORADIA

Para o desenvolvimento deste tópico, foram revisados trabalhos das áreas de engenharia civil, direito e história, a fim de discutir os aspectos constitucionais, históricos e filosóficos relacionados à questão da moradia. Além disso, foram considerados levantamentos de estudos estatísticos desenvolvidos por órgãos e departamentos de pesquisa a nível nacional.

### 2.1 A Moradia na Conjuntura Histórica Brasileira

A questão da moradia tem sido amplamente debatida ao longo da história, especialmente em períodos como o êxodo rural e a revolução industrial. O aumento do déficit habitacional e dos valores de aluguel nas áreas urbanas durante esses períodos foram os principais motivos para o surgimento desse debate entre os intelectuais do século XIX. Filósofos como Friedrich Engels (1820), Max Weber (1864), Karl Marx (1818) e Pierre-Joseph Proudhon (1809) discutiram a questão da moradia em jornais e textos, enxergando-a como um desafio ao emergente sistema capitalista industrial. Hoje, esse obstáculo ainda persiste. O déficit habitacional flutua ao longo da história na maioria dos países, incluindo o Brasil, que é o foco da atual análise. O Gráfico 2.1 ilustra tal afirmativa entre os anos de 1991 e 2017.

Gráfico 2.1 - Flutuação do déficit habitacional brasileiro de 1991 até 2017.



Fonte: Adaptado de Santana & Zanoni (2021).

De acordo com dados do Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2022, juntamente com outros departamentos de planejamento urbano, dos 90 milhões de residências no Brasil, aproximadamente 11,4 milhões estão desocupadas, e 6,7 milhões estão em

uso ocasional. Somente na região sudeste do país, existem cerca de 4,6 milhões de domicílios vazios e 2,7 milhões em uso ocasional. Além disso, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) aponta um déficit habitacional de 7,9 milhões de moradias no Brasil em 2023, o que indica que o número de imóveis vazios supera o déficit habitacional. “O problema não é de construção de casas, mas da lógica social.” (BOULOS, 2015).

Na perspectiva constitucional brasileira, a moradia não é deixada de lado. De acordo com a Constituição Cidadã, a moradia é um direito fundamental destacado no Capítulo dos Direitos Sociais, no artigo 6º, lembrando que os Direitos Sociais são interpretados como direitos fundamentais do cidadão e de obrigatoriedade em um Estado Social de Direito. Ainda adentrando na Constituição Brasileira, o Estatuto da Cidade, no artigo 2º, prevê não apenas o direito à moradia, mas também o acesso à infraestrutura urbana. Ademais, a moradia também é evidenciada em inúmeros outros tratados e declarações internacionais em que o Brasil aderiu de alguma maneira, como a Declaração Universal dos Direitos Humanos de 1948 e o Pacto Internacional dos Direitos Econômicos, Sociais e Culturais de 1966.

A Organização das Nações Unidas (ONU) também aponta uma série de fatores que constituem uma habitação adequada, como: segurança legal de posse, existência de infraestrutura adequada, custos acessíveis, acessibilidade, habitabilidade e adequações culturais e regionais, ou seja, não basta ter apenas acesso à habitação, mas também tê-la de maneira digna. Diante de todas essas garantias constitucionais e outras não citadas no presente trabalho, pode-se interpretar, no cenário atual, a moradia não apenas como um espaço físico onde as pessoas cultivam laços afetivos, criam relações com a comunidade e se protegem de intempéries externas, mas também um patrimônio para dignidade humana.

Agora, analisando a habitação na perspectiva histórica brasileira, Almeida (2014) aponta que o final do século XIX é marcado pelo crescimento das cidades brasileiras e pela problemática da habitação. Destacando esse período pelos primeiros direcionamentos governamentais nos espaços públicos e nas habitações dos trabalhadores, com justificativas sanitárias causadas por surtos epidêmicos somados com salários baixos, que resultaram em famílias em condições precárias.

Evidencia-se também nesse período as políticas de segregação através da tentativa de extinção dos cortiços, afastando a classe trabalhadora mais necessitada dos centros urbanos e colocando-os em áreas periféricas, no sentido físico e social. Nesta fase os centros urbanos

passaram a ser focados nos comércios e serviços, distanciando todo tipo de habitação nessas regiões, fazendo com que as residências em sua volta valorizem, elitizando esses locais e transformando os centros no espaço dos empregos dessa classe social. Tudo isso foi feito com justificativas sanitárias, colocando grande parte da população trabalhadora como refém das políticas higienistas.

Com a chegada de Getúlio Vargas (1930 - 1945) ao cargo de presidente do Brasil em 1930, o direcionamento para as políticas habitacionais mudam e tomam rumos mais socializados. Filho (2006) evidencia que nessa fase, o Estado fortalece órgãos governamentais de produção e financiamento habitacional, como a Fundação da Casa Popular e carteiras prediais dos Institutos de Aposentadoria e Pensões (IAPs). Porém, essa última é marcada pelo atendimento por trabalhadores associados a uma corporação, excluindo trabalhadores informais urbanos e rurais, deixando-os de fora da nova lógica social. Em 1946 foi criada a Fundação da Casa Popular, com objetivo de atender uma maior porcentagem de trabalhadores, mesmo que estes não estejam relacionados a uma corporação. Mas, o mesmo autor aponta a derrota da Fundação da Casa Popular como projeto habitacional pelos limites do populismo do governo Vargas, que priorizou outros setores que não estavam relacionados com as camadas de baixa renda. Neste ponto da história brasileira evidencia-se o crescimento de favelas, geradas por negligências estatais e pela população afetada na tentativa de se organizar, mesmo que em locais precários, como cidadãos com direito de residir em seu próprio lar.

Após o período de Vargas, houve uma diminuição considerável no foco em habitação, e os governos subsequentes tentaram manter uma abordagem populista sem implementar mudanças significativas no setor. As promessas pareciam interessantes vindas de João Goulart (1961 - 1964), com pretensões de reformas de base que incluíam a questão habitacional, mas que não se concretizaram pelo golpe militar de 1964.

Filho (2006), na conjuntura desse período, aponta que os militares enxergavam o investimento na habitação social como oportunidade de manutenção da estabilidade política. Havia o incentivo ao financiamento por instituições privadas, possibilitando o crescimento e investimento da indústria da construção e estimulando a poupança privada, tornando o Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) a principal via para o financiamento de habitações do Brasil, porém, com um objetivo claro: a extinção das favelas. Partindo desse objetivo destaca-se



intervenções estatais sem cuidados com características culturais e sociais dos moradores e impossibilidade de participação nos projetos de moradia.

O final do período da ditadura militar é marcado por uma crise econômica, aumento da inflação, desemprego e desgaste do Sistema Nacional de Habitação. Gerando nos anos seguintes de redemocratização uma descaracterização dos projetos habitacionais no país, que durou até 2003 com a gênese do Ministério das Cidades juntamente com a posse de Luiz Inácio Lula da Silva. Almeida (2014) aponta a falta de efetividade no quesito habitacional do governo anterior de Lula, o de Fernando Henrique Cardoso (FHC), da seguinte maneira:

*[...] Somando-se as dificuldades em relação à política macroeconômica, a exemplo da diminuição da atuação do Estado como forma de controle fiscal e da manutenção do tripé econômico, ficaram evidentes os limites dos governos FHC na superação da problemática habitacional. O índice de déficit habitacional praticamente não foi alterado, demonstrando a incapacidade das políticas habitacionais atingirem as camadas de baixa renda. (ALMEIDA, 2014, p. 25).*

Concluindo que, mesmo com a criação, em 2001, do Estatuto da Cidade no governo FHC, pouco impacto houve para as habitações sociais, tornando a posse do presidente Lula, ao menos de maneira figurada, uma reestruturação das políticas de moradia. Como marco do início de seu governo, o Estado amplia os recursos para a política de crédito de financiamento habitacional das moradias populares, e também direciona os bancos privados em ajudar os projetos nacionais de habitação com recursos próprios e recolhidos em cadernetas de poupança. Tais políticas culminam, no segundo mandato de Lula, no que é provavelmente o programa mais importante e impactante para o Brasil na esfera da habitação popular: o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV).

## **2.2 Programa Minha Casa Minha Vida**

O PMCMV é um programa federal que tem como objetivo diminuir o déficit habitacional no Brasil, foi lançado em 2009 e teve seu primeiro ciclo interrompido em 2019. Nos anos em que esteve em vigor, o programa se tornou a maior política habitacional da história brasileira e, como consequência, foi responsável por aquecer a economia do país, contribuindo para o crescimento do emprego e da renda e tendo um papel importante na estabilização econômica brasileira (FORAGI, 2012).

Para compreender os objetivos do programa nos dias de hoje, o Artigo 1º da Lei nº 14.620 de 13 de julho de 2023 elaborado pela Secretaria Especial para Assuntos Jurídicos (SAJ,2023), define que:

*O Programa Minha Casa, Minha Vida tem por finalidade promover o direito à cidade e à moradia de famílias residentes em áreas urbanas e rurais, associado ao desenvolvimento urbano, econômico, social e cultural, à sustentabilidade, à redução de vulnerabilidades e à prevenção de riscos de desastres, à geração de trabalho e de renda e à elevação dos padrões de habitabilidade, de segurança socioambiental e de qualidade de vida da população, conforme determinam os arts. 3º e 6º da Constituição Federal. (SAJ, 2023).*

Enquanto estava em vigor, o programa passou por 4 mandatos presidenciais e por diferentes fases, cada uma com diferentes metas a serem cumpridas. De acordo com Guimarães (2013), em sua primeira fase, de 2009 a 2010, o programa foi destinado para a população de baixa renda, oferecendo condições especiais de financiamento por meio de parcerias com estados, municípios, empresas e entidades sem fins lucrativos, com subsídios que representavam até 88% do valor do imóvel para a faixa que ganhava de 0 a 3 salários mínimos. Já na segunda fase, que teve início em 2011, o objetivo era ampliar o alcance do programa para incluir famílias com renda mais elevada.

O programa também introduziu novidades, como o uso de materiais de construção sustentáveis e a disponibilização de infraestrutura nos conjuntos habitacionais. A terceira fase do PMCMV foi lançada em 2016 e teve como foco fornecer moradia para grupos vulneráveis, como idosos, pessoas com deficiência e comunidades indígenas. O programa também teve como objetivo promover a revitalização urbana e a construção de equipamentos públicos nos conjuntos habitacionais (GUIMARÃES, 2013).

No geral, o PMCMV tem sido uma iniciativa política significativa no Brasil e, desde sua criação até o ano de 2019, o programa contratou quase 6 milhões de unidades habitacionais (UHs). Após esse tempo, durante o governo de Jair Messias Bolsonaro (2018-2022), o programa foi substituído, passando a se chamar de “Casa Verde e Amarela”. Entretanto, no atual ano de 2023 o governo do presidente Luiz Inácio Lula da Silva retomou o PMCMV, tendo como meta a construção de 2 milhões de UHs até o ano de 2026, de acordo com o Ministério das Cidades. O

Quadro 2.1 mostra dados de contratações e entregas de UHs de acordo com as faixas estabelecidas pelo programa, de 2009 a 2020.

Quadro 2.1 - Contratações e entregas do PMCMV: 2009 a 2020 por faixas.

	Contratações (Unidades)	Entregas (Unidades)	Valor Contratado (R\$ Bilhões)
<b>Faixa 1*</b>	1.910.503	1.507.365	97,4
<b>Faixa 1,5</b>	156.626	156.626	19,2
<b>Faixa 2</b>	3.130.805	3.130.805	361,4
<b>Faixa 3</b>	367.611	367.611	58,1
<b>Em produção/Estoque</b>	510.159	0	15,1
<b>Total:</b>	6.075.704	5.162.407	552,8
* As unidades contratadas no âmbito do PMCMV rural estão contabilizados no Faixa 1 (cerca de 215 mil unidades contratadas)			

Fonte: Relatório de Avaliação PMCMV (2020).

A faixa 1 (renda bruta de até R\$2.640,00) foi o objeto de estudo do atual trabalho. A meta, dessa forma, até 2026, será um investimento de R\$225 bilhões no programa, o que representa um aumento de 58% em relação ao valor investido na primeira versão do PMCMV, de acordo com a Secretaria de Comunicação Social do Governo Federal (2023).

Outra mudança importante é a retomada da Faixa 1 do programa e a prioridade de financiamento de aproximadamente 50% para aqueles que possuem renda bruta de até R\$ 2.640,00, de forma a atender à população mais pobre, criando assim uma verdadeira reserva de mercado para as construtoras parceiras que atuam na construção de grandes empreendimentos populares. Todas as novas unidades habitacionais que serão construídas terão a acessibilidade como foco central em seu projeto, visando garantir que pessoas com deficiência e idosos tenham acesso a uma moradia digna e adaptada às suas necessidades.

O programa também busca criar comunidades mais equilibradas, que sejam capazes de promover um ambiente mais saudável e agradável para seus moradores. Essas medidas não só contribuem para a proteção do meio ambiente, mas também podem gerar economia de recursos para os próprios beneficiários do programa. O PMCMV também incluirá pessoas em situação de rua na lista dos possíveis beneficiários e ampliará o número de unidades e repasses para a locação social. Além disso, os empreendimentos serão criados mais próximos de comércio e serviços e com melhor infraestrutura nos arredores.

### **2.3 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são uma agenda mundial adotada durante a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável em setembro de 2015. Composta por 17 objetivos e 169 metas a serem atingidos até 2030, essa agenda prevê ações nas áreas de erradicação da pobreza, segurança alimentar, agricultura, saúde, educação, igualdade de gênero, redução das desigualdades, energia, água e saneamento, padrões sustentáveis de produção e consumo, mudança do clima, cidades sustentáveis, proteção e uso sustentável dos oceanos e dos ecossistemas terrestres, crescimento econômico inclusivo, infraestrutura e industrialização, entre outros (SILVA JÚNIOR, 2019).

Os ODS e o PMCMV estão relacionados, pois ambos têm como foco a promoção do desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das pessoas. O PMCMV contribui para a realização de alguns dos ODS, como o ODS 1 (Erradicação da pobreza), o ODS 3 (Saúde e bem-estar) e o ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis).

Em relação ao ODS 1, Silva Júnior (2019) destaca que o PMCMV contribui para a redução da pobreza, uma vez que o acesso à moradia adequada é um dos principais fatores para a melhoria das condições de vida das famílias de baixa renda. No ODS 3, o programa contribui para a promoção da saúde e do bem-estar, uma vez que a moradia adequada está diretamente relacionada à saúde das pessoas. Já para o ODS 11, o PMCMV contribui para o desenvolvimento de cidades sustentáveis, uma vez que busca promover o acesso à moradia em áreas urbanas bem localizadas, com infraestrutura e serviços públicos.

Além disso, o programa também pode contribuir para outros ODS, como por exemplo o ODS 7 (Energia Limpa e Acessível), o ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico) e o ODS 10 (Redução das Desigualdades) por meio da promoção do acesso à energia, da geração de empregos na construção civil e da redução da desigualdade social.

### **2.4 Limites e Desafios do Programa Minha Casa Minha Vida**

Apesar dos impactos já citados do PMCMV no país, o programa não deixa de ser alvo de críticas, principalmente em sua fase anterior ao Programa Casa Verde e Amarela. Um de seus críticos, Guilherme Boulos, que é deputado federal pelo Partido Socialismo e Liberdade (PSOL) e membro da coordenação nacional do Movimento Dos Trabalhadores Sem-Teto (MTST), aponta

que, mesmo com o aumento do número de residências construídas pelo programa, o déficit habitacional não deixou de subir.

*Um dos critérios para a definição do déficit habitacional de sem-teto no país é o comprometimento de mais de 30% da renda familiar com aluguel. Esse quesito aumentou brutalmente nos últimos anos, aumentando o déficit, mesmo com a construção de novas moradias. (BOULOS, 2014).*

Boulos aponta constantemente em suas críticas ao programa o fato de que não há projetos para amenizar ou acabar com a especulação imobiliária, que gera novos sem-teto no país inteiro. A falta de uma frente dessas permite, numa lógica de mercado, a moradia como uma mercadoria de menor acessibilidade no lugar de um direito constitucionalizado, deixando brechas para que o déficit habitacional nunca pare de existir mesmo com a construção de novas casas, pois a lógica social não para de transformar novos cidadãos em sem-teto. Partindo dessa perspectiva, o trabalho presente não aponta os programas habitacionais, mesmo o PMCMV, como soluções para o problema habitacional no Brasil, mas como uma forma de conter seu avanço.

Ermínia Maricato é arquiteta, urbanista, professora, pesquisadora, participou ativamente na criação do Ministério da Cidade e foi ex-secretária do governo Lula. Estuda o PMCMV desde sua implementação e carrega, também, inúmeras críticas ao longo dos anos. Ela afirma que mesmo com o movimento intenso de obras pelo país, a localização dessas obras não era comandada pelo governo federal, mas pelas imobiliárias, incorporadoras, empreiteiras e prefeituras, que priorizam criar conjuntos habitacionais longe dos centros urbanos.

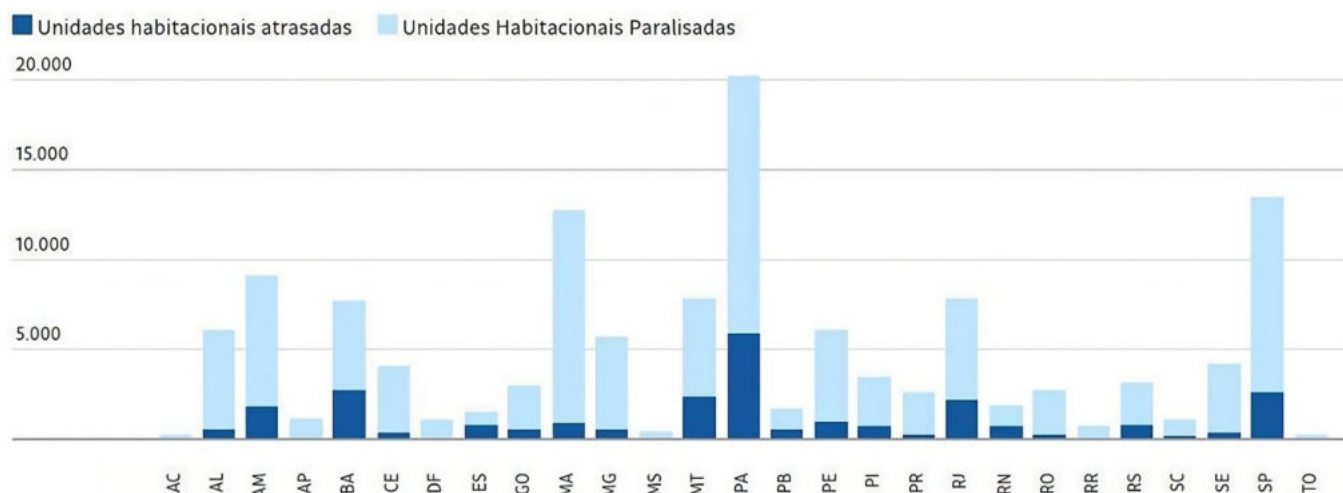
*As cidades explodiram horizontalmente, algo que todo urbanista condena, porque você tem de estender a rede de água, esgoto, de transporte. Quem paga por isso? Todos. E os que ganham são muito poucos: as empreiteiras, as incorporadoras imobiliárias e os donos de terrenos. (MARICATO, 2018).*

A distância dos centros urbanos, que é característica tão comum aos conjuntos habitacionais construídos pelo PMCMV e outros programas do mesmo caráter, permeia problemas estruturais da história brasileira desde o século XIX, que já foi anteriormente citado como o início da segregação espacial brasileira. Esse aspecto afasta a classe trabalhadora de seus empregos e da oportunidade de novos. Também os deixa em locais que dificultam o policiamento, aumentando o crime nos bairros, e, conseqüentemente, a violência policial contra seus inquilinos. Ademais, cria desafios de implementação de novos equipamentos urbanos relacionados à infraestrutura,

transporte, educação, saúde, cultura e outros que nem sempre são cumpridos ou são feitos de maneira inadequada.

Outro desafio para se destacar é o da velocidade de entrega da obra. Logicamente, mesmo que sejam casas simples, a grande quantidade de obras para esses projetos cria um obstáculo logístico. Um exemplo de obstáculo que as construtoras, como gestoras de obras, serviços e materiais, enfrentam constantemente são os reajustes econômicos, já que as construções podem durar meses ou até anos, além de cenários como falta de verba pública, incompetência das construtoras contratadas, entre outros. O jornal Folha de São Paulo fez um levantamento em 2023 que consta que o novo PMCMV herdará 130,5 mil moradias atrasadas ou paralisadas, como exemplificado no Gráfico 2.2 que separa essa informação para cada estado brasileiro.

Gráfico 2.2 - Quantidade de unidades habitacionais atrasadas ou paralisadas por estado.



Fonte: Folha de São Paulo (2023).

Agora, partindo do ponto de vista ambiental, as habitações do PMCMV são majoritariamente feitas a partir do método construtivo convencional, que se caracteriza pelas paredes em alvenaria, ou, com paredes moldadas "*in loco*", método esse que vem crescendo nos últimos anos nos programas habitacionais. Entretanto, esses métodos trazem problemas intrínsecos a eles. O sistema construtivo convencional, predominante no Brasil, possui baixa produtividade, grande desperdício e qualidade do resultado final como refém da qualidade da mão de obra e sua vistoria. Quanto às paredes "*in loco*", mesmo aumentando a produtividade, levanta-se um debate ambiental importante sobre o alto uso do concreto e do aço.

A 6ª edição de Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil (2022) aponta que no ano de 2020 o subsetor da produção de cimento foi responsável por 22,7% da

emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) no país e o da metalurgia por 52,1%. Outro aspecto ambiental essencial para apontar são os resíduos sólidos gerados pela construção civil, que representam de 50% a 70% dos resíduos sólidos totais do Brasil (ALMEIDA et al., 2020). Estes resíduos do setor geram, além dos impactos ambientais, gastos para lidar com sua presença, sejam por razões ecológicas, sociais ou do próprio gerenciamento do espaço físico.

A Controladoria-Geral da União (CGU) também apresenta manifestações patológicas nas residências do PMCMV, que são originárias do método convencional, que, como citado anteriormente, manifesta sua qualidade final com relação direta à mão de obra, seu controle profissional e materiais. A CGU aponta que de 1.472 residências visitadas, 56,4% delas apresentavam algum defeito, sendo as principais: fissuras, falta de prumo e esquadros, trincas e vazamentos. (CGU, 2017)

Ante o exposto, parece lógico que alternativas devem ser buscadas para mitigar os desafios, e uma possibilidade pode ser o emprego de sistemas construtivos em madeira e seus derivados, como o *light wood frame*.

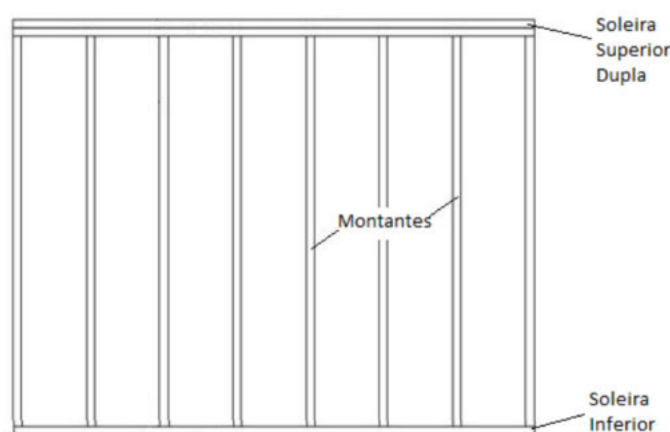
### 3. O MÉTODO *LIGHT WOOD FRAME*

Para a realização da apresentação do método construtivo *light wood frame* (LWF), três referências teóricas nortearam o desenvolvimento: Cardoso (2015), Bastos (2023) e o Documento de Avaliação Técnica (DATec) nº 020-E (2023), elaborado pela empresa Tecverde. Este último é o principal parâmetro para o presente tópico, pois apresenta o exato processo construtivo do LWF que foi idealizado para o trabalho. Além disso, a Tecverde também é detentora do projeto de habitação chamado de Casa 1.0, que foi idealizada como uma moradia para atender ao programa Casa Verde e Amarela e que ainda se aplica à Faixa 1 do novo PMCMV. Tal projeto será igualmente utilizado como objeto de estudo. Ademais, o LWF é considerado um método que adota estratégias passivas de conforto ambiental e desempenho termo-energético.

#### 3.1 Os Componentes Estruturais do *Light Wood Frame*

O LWF é definido pelo documento DATec nº 020-E (2023) como um "sistema estruturado em peças leves de madeira maciça serrada". Pode-se dizer que os componentes estruturais são as próprias paredes, que são constituídas de quadros estruturais de madeira maciça do gênero *Pinus*, por exemplo. Os principais componentes desses quadros são as soleiras inferiores e superiores juntamente com os montantes, como apresentado na Figura 3.1. Além disso, funções como contraventamento são abordadas de maneira mais aprofundada no tópico de vedação.

Figura 3.1 - Esquema simplificado do quadro estrutural.



Fonte: Cardoso (2015).

As madeiras dos quadros são submetidas a tratamento químico sob pressão (autoclavado), que depende do tipo de construção, como demonstrado no Quadro 3.1.



Quadro 3.1 - Formas de tratamento dos quadros estruturais.

<b>Tipo de construção</b>	<b>Tratamento químico sob pressão</b>
Edificações térreas ou sobrados unifamiliares	Arseniato de cobre cromado do tipo C (CCA-C) ou solução de cobre, cromo e boro (CCB) com 4,0 kg de i.a/m <sup>3</sup> ; ou solução de cobre e azóis do tipo B (CA-B) com 1,7 kg de i.a/m <sup>2</sup> . Penetração deve ser total de 100% do alburno e porção permeável.
Edificações multifamiliares de até quatro pavimentos	Arseniato de cobre cromado do tipo C (CCA-C) ou solução de cobre, cromo e boro (CCB) com 6,5kg de i.a/m <sup>3</sup> ; ou solução de cobre e azóis do tipo B (CA-B) com 3,3 kg de i.a/m <sup>2</sup> . Penetração deve ser total de 100% do alburno e porção permeável.

Fonte: DATec nº 020-E (2023).

O destino final da construção também norteia as dimensões dos quadros de madeira, como indicado no Quadro 3.2. Além disso, as distâncias entre os montantes são determinadas pelo cálculo estrutural, sendo o máximo permitido de 60 centímetros.

Quadro 3.2 - Dimensões dos quadros estruturais.

<b>Tipo de construção</b>	<b>Parede</b>	<b>Dimensões (mm)</b>
Edifícios (Até 4 pavimentos)	Externa	38 X 140
	Internas	38 X 90
	Internas geminadas	38 X 140
		38 X 90 (duplo)
Casas térreas e sobrados	Externa	38 X 90
	Internas	38 X 90
	Internas geminadas	38 X 140
		38 X 90 (duplo)

Fonte: Adaptado da DATec nº 020-E (2023).

Maiores detalhes em relação ao uso das peças de madeira no método LWF, como tipos de montagem dos cantos da edificação, métodos para pregá-las, etc, podem ser encontrados no Anexo A.

### 3.2 Abordagem Industrial

As possibilidades de processos de construção para o LWF podem variar. Há a possibilidade de erguer a construção completamente "*in loco*", utilizando-se de mão de obra para pregar peça por peça de madeira. Também existe a alternativa parcialmente industrializada, em que somente elementos especiais da estrutura, janelas e portas são levadas pré-fabricadas ao ambiente de obra. Entretanto, os critérios neste trabalho serão apresentados de forma industrializada, e, mesmo sendo referenciada desta maneira, não simboliza que 100% da construção se refere ao ambiente industrial, mas sim sua grande maioria. A empresa Tecverde garante que 85% da Casa 1.0 é industrializada, necessitando de métodos convencionais de construção apenas nas fases de construção de fundação, impermeabilização de base e acabamentos finais como pintura, instalação de bancadas, louças, bacia sanitária, etc (Tecverde, 2022). Uma representação da Casa 1.0 pode ser observada na Figura 3.2.

Figura 3.2 - Representação arquitetônica da Casa 1.0.



Fonte: Tecverde (2022).

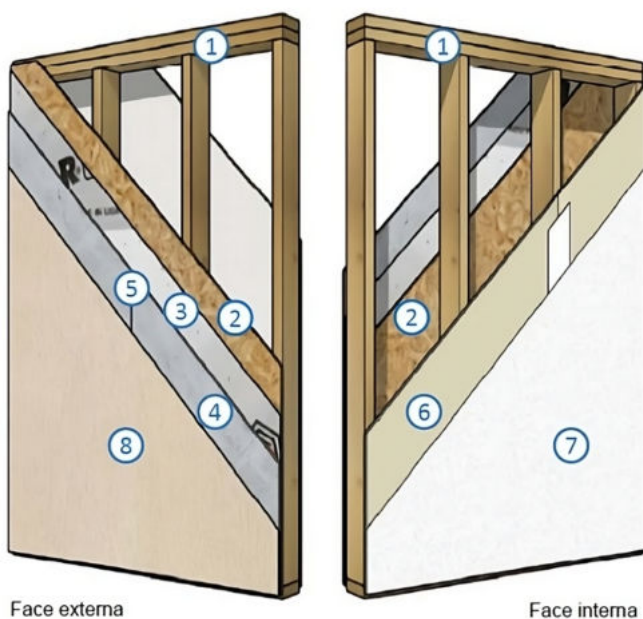
O processo industrializado foi escolhido como objeto de estudo por proporcionar alta produtividade para projetos de grandes proporções, como os de interesse social, vantagens econômicas na alta produção, além de tornar possível um canteiro de obras limpo e com menor desperdício (a chamada “obra seca”). Maiores detalhes do projeto da casa 1.0 podem ser encontrados no Anexo B.

### 3.3 Vedação

O sistema de vedação é composto por vários tipos de chapas que se sobrepõem e envelopa os quadros estruturais, como demonstrado na Figura 3.3 que exemplifica composições de paredes externas para diferentes variações residenciais.

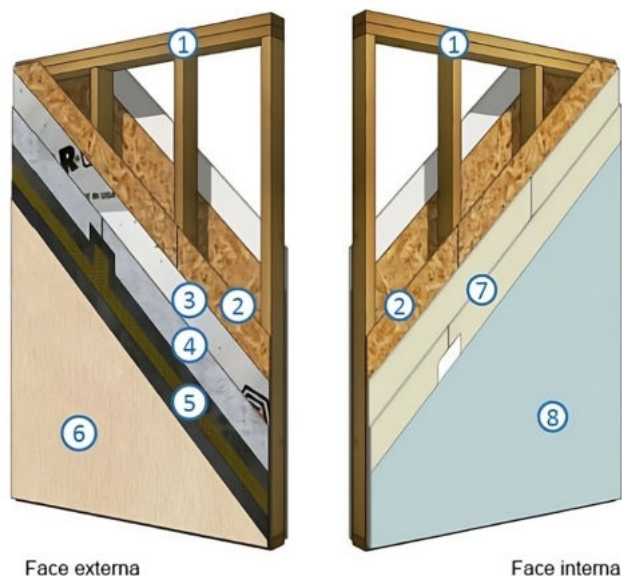
Figura 3.3 - Composição das paredes externas.

#### PAREDE EXTERNA DE CASAS TÉRREAS E SOBRADOS



1. Quadro estrutural de madeira autoclavada
2. Chapa de OSB
3. Barreira impermeável à água e permeável ao vapor
4. Placa cimentícia
5. Tratamento de junta aparente
6. Chapa de gesso para *drywall*
7. Acabamento pintura acrílica
8. Acabamento textura acrílica

#### PAREDE EXTERNA DE EDIFÍCIOS



1. Quadro estrutural de madeira autoclavada
2. Chapa de OSB
3. Barreira impermeável à água e permeável ao vapor
4. Placa cimentícia
5. *Basecoat*
6. Acabamento textura acrílica
7. Dupla camada de chapas de gesso para *drywall*
8. Acabamento pintura acrílica

Fonte: Adaptado da DATec nº 020-E (2023).

As características de cada camada da parede ou entrepiso varia e está demonstrada no Quadro 3.3, juntamente com algumas observações relacionadas às suas aplicabilidades.

Quadro 3.3 - Características dos elementos que compõem a vedação.

<b>ELEMENTO</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>OBS.</b>
Lã de isolamento	Isolamento térmico	Usadas em paredes de geminação
	Isolamento acústico	
Basecoat	Regularização em construções a seco.	Usada em paredes externas de edifícios.
	Trabalhabilidade	
	Resistência Mecânica	
Chapa de Gesso para Drywall	Resistência à umidade	Usa-se tratamentos de impermeabilização.
Chapa de OSB	Isolamento térmico	Usa-se tratamentos de impermeabilização e 100% feita com madeira reflorestada.
	Isolamento acústico	
	Proporciona contraventamento	
Membrana Hidrófuga	Evita acúmulo de umidade (fungos)	Disposta em toda a face voltada para fora da edificação.
	Barreira contra vento	
	Barreira contra poeira	
	Barreira contra vapor de água	
Placa Cimentícia	Impermeabilização da edificação	Usada em todas as paredes externas.
Chapa de compensado naval	Resistência Mecânica	Usada no entrepiso.
	Impermeabilização	

Fonte: Dos autores (2023).

Evidencia-se, então, que todo componente da vedação possui objetivos funcionais para maior conforto do inquilino (isolamento térmico, acústico, e outros), proteção do sistema estrutural (impermeabilização, combate contra fungos, dentre outros) e auxiliares estruturais (contraventamento e resistência mecânica).

### 3.4 Cobertura

De acordo com Cardoso (2015), o LWF possibilita qualquer tipo de cobertura, seja ela estruturada em madeira ou mista com outros materiais como concreto e aço, desde que a estrutura esteja preparada para suportar as cargas. A Tecverde parte da abordagem industrial, onde o telhado é feito na fábrica, levado pronto ao destino, e instalado na edificação, como demonstra a Figura 3.4.

Figura 3.4 - Execução do telhado feito pela Tecverde.



Fonte: Tecverde (2023).

Através desse processo, a construtora garante agilidade no desenvolvimento construtivo e a segurança de que a montagem do telhado foi executada de maneira adequada, isso porque o ambiente industrial garante maior uniformidade na qualidade final.

### 3.5 Fundação

Como citado anteriormente, algumas etapas do processo construtivo da Tecverde utilizam métodos convencionais não industriais, como, por exemplo, a fundação. De acordo com Santos (2023), para definir o tipo de fundação a ser utilizada na obra, primeiro precisam ser analisados alguns dados do terreno e da obra em si, tais como a área a ser construída, a carga da edificação e as propriedades do solo. Todavia, quando é analisada a carga da estrutura de LWF, percebe-se o quão leve é comparada a outros tipos de estrutura (PAESE, 2012), e por isso, na maioria dos seus empreendimentos, a Tecverde (2021) recomenda a utilização do radier armado, por ter uma



execução simples e ser mais barato na maioria dos casos. O radier é um elemento de fundação superficial que abrange todos os pilares da obra ou carregamentos distribuídos (por exemplo: tanques, depósitos, silos, etc.) (ABNT NBR 6122, 1996). A Figura 3.5 mostra um radier sendo executado em uma obra no Brasil.

Figura 3.5 - Etapa da execução de uma fundação tipo radier.



Fonte: Tecverde (2021).

Para executar o radier armado, geralmente é necessário utilizar uma armadura em tela soldada dupla e vigas de borda, que contribuem para reforçar sua rigidez. Em situações específicas, particularmente em áreas com solos mais moles ou menos resistentes, são incorporadas estacas escavadas sob o radier (Tecverde, 2021).

O processo de execução começa com a preparação do solo, que envolve o nivelamento e a compactação. Posteriormente é realizada a montagem do sistema hidrossanitário, elétrico e outras tubulações. Após essas etapas, procede-se com a aplicação de uma camada de pedra britada seguida pela colocação de uma lona. Este elemento tem a função de reter a água durante a concretagem, além de atuar como uma barreira de proteção contra a umidade ascendente. Finalmente, as armaduras são montadas de acordo com o projeto, e a concretagem da fundação é realizada, seguida pelo controle apropriado do processo de cura do concreto.

Além de frequentemente se mostrar uma solução mais econômica, o radier permite uma execução mais ágil, com menor consumo de fôrmas e mão de obra. Além disso, apresenta outras vantagens, como a redução potencial de recalques diferenciais, a minimização da necessidade de movimentações significativas de solo após a terraplenagem e a criação de um ambiente de

trabalho notavelmente organizado e limpo, uma vez que as atividades subsequentes ocorrem sobre uma superfície concretada (Tecverde, 2021).

Essa abordagem se traduz em uma estrutura eficaz, enxuta e em total conformidade com as normas técnicas brasileiras relacionadas ao desempenho estrutural das edificações.

### 3.6 Sistema Elétrico e Hidráulico

Como mostrado anteriormente, o processo em estudo no presente trabalho baseia-se na simples montagem dos elementos de parede, onde estão embutidos o sistema elétrico e o hidráulico. A Figura 3.6 ilustra o interior de uma parede, onde passam tubulações hidráulicas e conduítes pelos quadros da estrutura.

Figura 3.6 - Disposição das tubulações hidráulicas e conduítes na estrutura LWF.



Fonte: Vobi (2023).

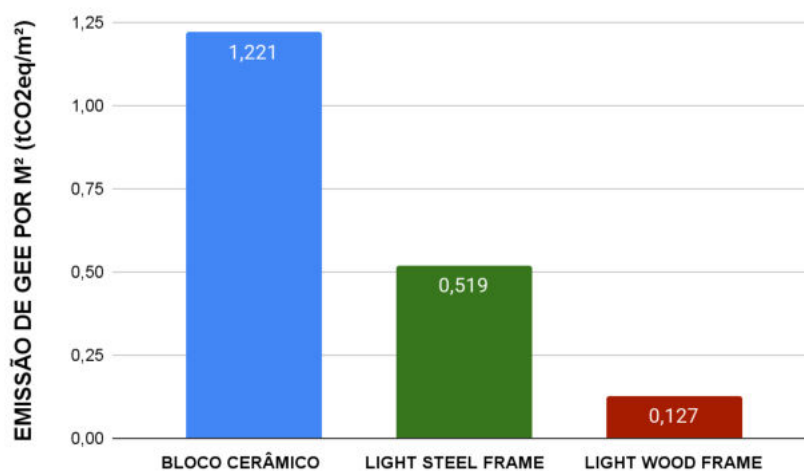
Quando comparado a uma construção convencional em alvenaria, a instalação dos elementos elétricos e hidráulicos são semelhantes, entretanto, na estrutura de LWF existe uma maior praticidade e rapidez na realização de reparos, pois as instalações podem ser embutidas nos espaços internos entre as estruturas de suporte (MOLINA & JUNIOR, 2010).

### 3.7 Fatores Ambientais

O LWF também apresenta benefícios ambientais. Por ser um sistema estruturado em madeira, a questão da emissão de gás carbônico torna-se um fator vantajoso em comparação com outros métodos construtivos. Uma maneira de mensurar isto é através do carbono equivalente

(CO<sub>2</sub>eq), que é uma representação dos demais gases de efeito estufa (GEE). De acordo com Sozin e Melo (2017), o sistema LWF apresenta emissão de GEE significativamente menor comparado com os métodos de vedação baseados em blocos cerâmicos e *light steel frame* (LSF). De acordo com os autores, o método em blocos cerâmicos apresenta 1,221 tCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>, o LSF demonstra 0,519 tCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup> e o LWF cerca de 0,127 tCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>, como exposto na Gráfico 3.1.

Gráfico 3.1 - Emissão de gases de efeito estufa por método de vedação.



Fonte: Sozin & Melo (2017).

Outro importante elemento é o reflorestamento. Conforme Cardoso (2015), a madeira é o único material renovável da construção civil e estará sempre disponível para extração desde que este processo seja feito de maneira sustentável e com critérios rígidos de fiscalização. A autora disserta sobre a legalidade do manejo florestal:

*A exploração florestal somente é considerada atividade legal quando ocorre em florestas exploradas sob regime sustentável, por meio de Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) ou através de desmatamentos autorizados, aprovados pelo IBAMA. Portanto, a extração de madeira ou qualquer outro produto florestal não pode ocorrer sem a devida autorização do órgão federal competente. (Cardoso, 2015, p. 21).*

Nos Estados Unidos, 90% das residências são construídas com o método *light wood frame* (LWF). Apesar disso, a organização APA – *The Engineered Wood Association* (2014) aponta que a taxa anual de árvores plantadas é 27% maior do que as retiradas, demonstrando que uma cultura estruturada de extração de madeira pode ser realizada de maneira responsável e ambientalmente viável.



Outra característica inerente ao método LWF é a redução drástica de resíduos gerados durante a construção, proporcionando um canteiro de obras mais limpo e com menor desperdício. A Tecverde afirma que, enquanto os métodos mais convencionais apresentam um valor mínimo de 25% de entulho, o LWF contrasta com 1% a 2% de resíduos. De acordo com a empresa, estima-se que a construção sustentável seja capaz de economizar até 80% no descarte de resíduos, 30% no consumo de energia elétrica e 50% no consumo de água, demonstrando que o LWF é atrativo nos fatores ambientais quando comparado com outras abordagens construtivas. Dessa forma, 85% dos resíduos da obra diminuem. (Tecverde, 2023)

### **3.8 Desafios Para o *Light Wood Frame* no Brasil**

Projetando um cenário para a aplicação do LWF no Brasil, o método construtivo encara desafios no país. Segundo a Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílio (PNAD), coordenada pelo IBGE, em 2019, aproximadamente 88,2% das construções são feitas com alvenaria, sendo essa a abordagem mais comum e difundida no país. Culturalmente, o Brasil não possui um histórico sólido de utilização da madeira na construção civil, o que cria preconceito e falta de conhecimento geral sobre o material. A madeira é frequentemente questionada quanto às suas propriedades de segurança contra incêndio, tratamento contra pragas e durabilidade. Portanto, o LWF enfrenta maiores obstáculos para sua implementação e aceitação na cultura brasileira.

Além da questão cultural, o LWF no Brasil também enfrenta o desafio da mão de obra especializada. Sendo um método pouco comum no território nacional, há uma escassez de trabalhadores que conhecem e sabem aplicar os métodos e cuidados necessários para uma obra em LWF. Isso gera a necessidade de cursos e acompanhamentos especializados para capacitar trabalhadores competentes. É importante ressaltar que o objeto de estudo do presente trabalho é o método industrializado, o que permite uma margem de erro na mão de obra não especializada apenas nas fases de fundação e acabamentos. Portanto, é necessário especializar a mão de obra apenas na fase de montagem das unidades habitacionais (UH).

#### **4. O *LIGHT WOOD FRAME* PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL NO BRASIL**

Para analisar o LWF como um método construtivo interessante para o novo PMCMV, foram avaliadas as demandas e preferências nos documentos dos projetos de lei do programa, oriundos do mandato presidencial de Lula, que teve início em 2023. Além disso, foi realizado um parecer sobre os benefícios do método em comparação com a abordagem convencional. Esse comparativo é feito ao longo de todo o tópico com base em estudos da área da construção civil.

##### **4.1 Demandas e Preferências do Programa Minha Casa Minha Vida**

Com a chegada do novo PMCMV, também houve novas demandas e preferências em relação à sua versão anterior iniciada em 2009. O projeto tem como objetivo evoluir o programa com base nas experiências passadas, incentivar a inovação na construção civil no Brasil e atender às exigências ambientais internacionais e nacionais. Avalia-se, dessa forma, a Medida Provisória nº 1.162/2023, que marca a implementação da nova fase, e informações retiradas do órgão oficial do PMCMV para apresentar tais propostas.

Um dos principais destaques para os novos empreendimentos é a questão ambiental. O Artigo 2º da Medida Provisória nº 1.162/2023 aponta como objetivo no item IV estimular a sustentabilidade econômica, social e ambiental dos empreendimentos habitacionais. No Artigo 3º sobre as diretrizes das especificações urbanas, também evidencia no item II a promoção de sustentabilidade, conforto ambiental e eficiência energética nas habitações. A cartilha oficial do PMCMV (2023) também evidencia os objetivos das novas alterações: alinhar o projeto com os ODS e a agenda 2030 da ONU.

Como já apresentado anteriormente, o LWF aponta vantagens no quesito ambiental em comparação com outros métodos construtivos, tornando-se uma interessante abordagem para atender às novas exigências nacionais e internacionais. Além disso, o LWF como método para projetos habitacionais atende diretamente dez dos dezessete ODS, sendo esses: ODS 1 (erradicação da pobreza), ODS 3 (saúde e bem estar), ODS 7 (energia limpa e acessível), ODS 8 (trabalho decente e crescimento econômico), ODS 9 (indústria, inovação e infraestrutura), ODS 10 (redução das desigualdades), ODS 11 (cidades e comunidades sustentáveis), ODS 12 (consumo e produção responsáveis), ODS 13 (ação contra a mudança global do clima) e ODS 17 (parcerias e meios de implementação).

Outro elemento destacado é o incentivo à inovação, preferência por métodos modulares e industriais e o estímulo pelo uso da madeira de reflorestamento ou de floresta nativa certificada. O Artigo 2º da Medida Provisória n 1.162/2023 afirma no item V:

*Incentivar a modernização no setor da construção e a inovação tecnológica para melhoria da qualidade, da durabilidade, da segurança, do conforto ambiental, e da habitabilidade na concepção e implementação dos empreendimentos habitacionais.* (Medida Provisória nº 1.162/2023, p. 35).

Além disso, nas especificações recomendadas para projeto da edificação e da unidade habitacional são encontradas na seção de “Sistemas e componentes” as recomendações expostas no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 - Recomendação dos sistemas e componentes dos métodos construtivos para o PMCMV.

<b>RECOMENDAÇÕES: MÉTODOS CONSTRUTIVOS</b>
a) Uso de sistema construtivo modular e industrializado
b) Uso de madeira de reflorestamento ou de floresta nativa certificada
c) Uso de madeira certificada para a fase de produção (fôrmas, escoras, entre outros)
d) Uso de madeira certificada para uso permanente (estrutura do telhado, entre outras)

Fonte: Medida Provisória nº 1.162/2023.

No Artigo 5º, são articuladas as especificações para a implementação do empreendimento, indicando o cumprimento da aplicação das Normas Brasileiras (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Ademais, também afirma-se no Anexo III, Item XI do documento a aceitação de tecnologias inovadoras com apresentação de um DATec. Para o LWF, além de apresentar o DATec nº 20-E elaborado pela Tecverde, também há a ABNT NBR 16936:2023 de edificações em LWF, permitindo o financiamento pela Caixa Econômica Federal e normatizando as construções em todo o Brasil, já que para esse financiamento ser possível, a presença de uma norma brasileira mostra-se necessário, e, caso não exista, deve-se apresentar um DATec.

Mais um destaque para as novas exigências é a oferta em áreas urbanas consolidadas para a construção dos empreendimentos. Como já discutido anteriormente, a criação de novos conjuntos habitacionais segrega a população carente e cria desafios de infraestrutura, dessa maneira, a cartilha oficial do PMCMV (2023) destaca a estratégia de oferta em áreas urbanas consolidadas como um dos objetivos das especificações urbanísticas, de projeto e de obra do

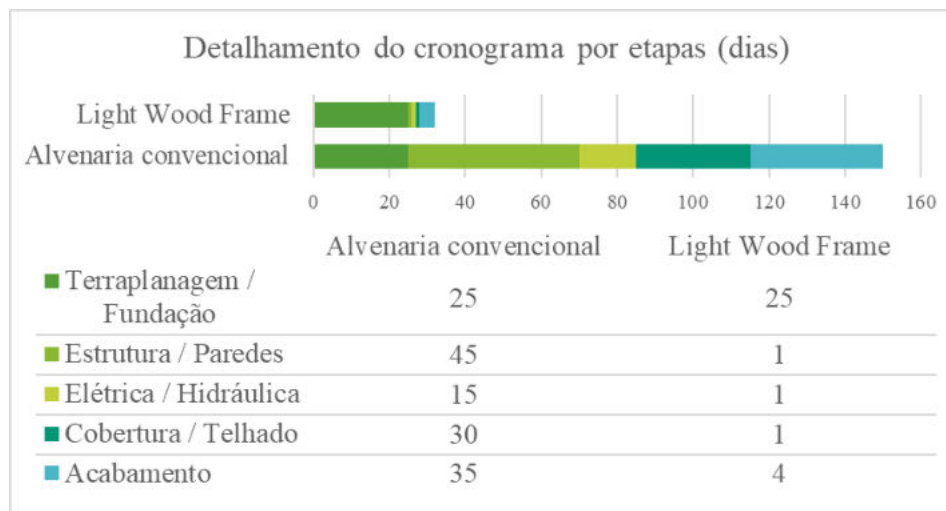
programa. O método convencional de alvenaria enfrenta desafios nesse quesito, pois como as obras nessas áreas urbanas já consolidadas podem não estar próximas uma das outras, a necessidade dos canteiros de obras cria obstáculos físicos para a realização da construção. Já o LWF apresenta um canteiro de obras limpo e pouco espaçoso, e, tendo em vista que a habitação em si é levada para a obra e construída em menos de um dia de trabalho, o LWF se revela como uma alternativa para essa exigência do PMCMV.

Por fim, há requerimentos que já foram expostos no presente trabalho em relação ao LWF, como a gestão dos resíduos sólidos, que apresenta caráter positivo nesse aspecto em comparação às outras abordagens construtivas.

#### **4.2 Agilidade no Processo Construtivo**

Para que seja possível saber o quão ágil é a construção em LWF, faz-se necessário compará-la com o processo construtivo convencional adotado no Brasil para habitações de interesse social. Para isso, leva-se em conta o trabalho de Rossignoli e Gaspar (2021), que realizou um comparativo entre esses diferentes métodos para a realização de um modelo de casa geminada, com área unitária de 60 m<sup>2</sup>, e área total das duas casas de 120 m<sup>2</sup>. Seu trabalho é usado como base para dados do método construtivo convencional, enquanto as informações sobre o método LWF são obtidas de uma empresa privada, que neste trabalho é chamada de Empresa A, sendo referentes à Casa 1.0 da Tecverde. Com o intuito de facilitar a visualização, o Gráfico 4.1 apresenta o comparativo dos cronogramas para cada um dos métodos construtivos.

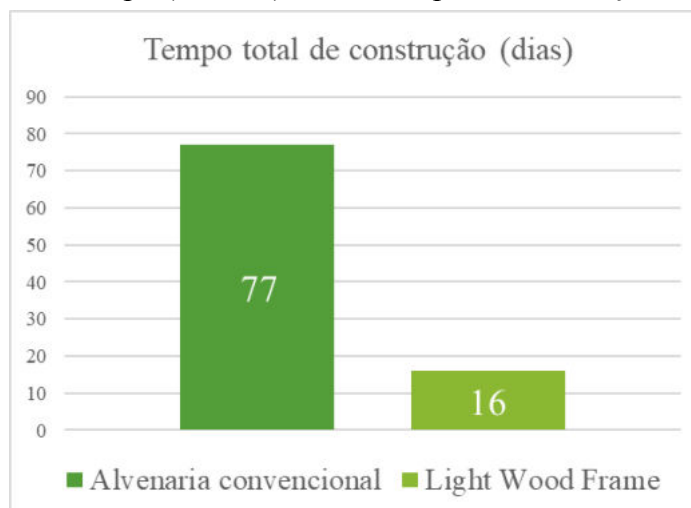
Gráfico 4.1 - Detalhamento do cronograma das etapas de construção do método convencional e do sistema LWF.



Fonte: Adaptado de Rossignoli e Gaspar (2021).

Ao se aprofundar no assunto, também faz-se uso do trabalho de Spaniol (2018), que realizou alguns comparativos entre a alvenaria convencional e o LWF, levando em conta um projeto em comum de 36,84 m<sup>2</sup>, obtido através do Caderno CAIXA: Projetos padrão casas populares (2006). Com base no autor e em dados da Empresa A, é possível fazer o comparativo do tempo necessário para o levantamento das paredes e o tempo total de construção de uma UH em cada um dos métodos construtivos analisados, respectivamente nos Gráficos 4.2 e 4.3.

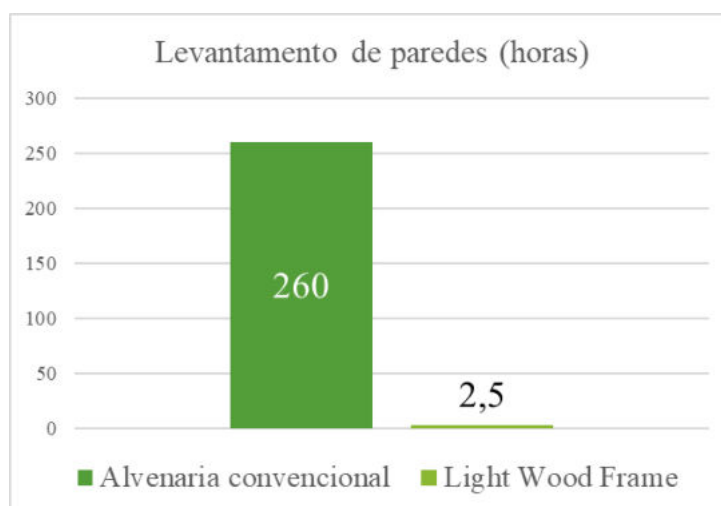
Gráfico 4.2 - Tempo (em dias) necessário para a construção de uma UH.



Fonte: Adaptado de Spaniol (2018).

De acordo com Spaniol (2018), o tempo total para a construção de uma UH utilizando o método construtivo de alvenaria convencional é de 77 dias, já para o método LWF, o tempo total estimado pode ser de 16 dias até a entrega da casa.

Gráfico 4.3 - Tempo (em horas) necessário para o levantamento das paredes.



Fonte: Adaptado de Spaniol (2018).

Analisando o Gráfico 4.3 fica possível perceber o quão discrepante é a diferença de tempo para executar uma parede de alvenaria e para montar as paredes pré-fabricadas de LWF. Enquanto no método convencional as paredes levam aproximadamente 260 horas para serem feitas, o analista de qualidade e segurança da Tecverde, Pedro Carlos da Silva garante que a empresa é capaz de levantar uma casa de 45m<sup>2</sup> em apenas 2,5 h de trabalho (SINDUSCON PR, 2014). Por fim, é possível observar quanto tempo é economizado ao se utilizar o LWF industrial, o que gera uma agilidade que além de economizar tempo, também reduz os custos gastos com a obra.

### 4.3 Fator Orçamentário

Para um estudo como este, a questão orçamentária é essencial. Numa perspectiva de projetos no setor público, a agilidade no processo construtivo tornar-se menos interessante diante de um gasto inviável. Dessa forma, avalia-se no presente subtópico algumas referências científicas que tratam de comparativos entre o LWF e o método convencional. Para a atual análise destaca-se que os valores flutuam entre os estudos pela época e locais de cada levantamento. Lima et al. (2017) usam em seu trabalho uma residência de 100m<sup>2</sup> projetada em Bauru-SP como objeto de estudo para o comparativo. Utilizando-se do mesmo projeto, porém partindo com as duas abordagens construtivas, os autores apresentaram os resultados exibidos no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 - Primeiro Comparativo Orçamentário entre *light wood frame* e alvenaria convencional.

<b>MÉTODO CONSTRUTIVO</b>			
<b>Light wood frame</b>		<b>Alvenaria convencional</b>	
Total mão de obra	R\$ 65.000,00	Total mão de obra	R\$ 50.600,00
Total Material	R\$ 74.703,00	Total Material	R\$ 57.883,00
Total edificação	R\$ 139.703,00	Total edificação	R\$ 108.483,00
Custo por m <sup>2</sup>	R\$ 1.397,00	Custo por m <sup>2</sup>	R\$ 1.085,00

Fonte: Adaptado de Lima et al. (2017).

Observa-se que através de Lima et al. (2017) o LWF apresenta o valor do metro quadrado 28% maior que o método convencional. Ecker & Martins (2014) também apresentam um comparativo, porém através da abordagem “*in loco*”. Os autores adaptam um projeto de conjunto habitacional da cidade de Ponta Grossa-PR chamado de “Amália II”, onde cada residência possui 50m<sup>2</sup>. Os valores obtidos pelos autores são evidenciados no Quadro 4.3.

Quadro 4.3 - Segundo Comparativo Orçamentário entre *light wood frame* e alvenaria convencional.

<b>MÉTODO CONSTRUTIVO</b>			
<b>Light wood frame</b>		<b>Alvenaria convencional</b>	
Serviços Preliminares	R\$ 158,18	Serviços Preliminares	R\$ 158,18
Fundações	R\$ 4.032,87	Fundações (SAPATAS)	R\$ 1.664,67
Painéis	R\$ 14.050,39	Vigas Baldrame	R\$ 3.072,79
Esquadrias	R\$ 3.881,97	Supra-Estrutura	R\$ 11.688,60
Fôrro	R\$ 2.587,24	Revestimento de parede	R\$ 8.466,72
Cobertura	R\$ 4.692,39	Esquadrias	R\$ 3.296,29
Revestimento de piso	R\$ 1.355,08	Forro PVC	R\$ 2.016,90
Revestimento de parede	R\$ 796,96	Cobertura	R\$ 6.145,36
Pintura	R\$ 3.500,23	Piso e Revestimentos	R\$ 3.724,30
Instalações elétricas	R\$ 2.758,00	Pintura	R\$ 3.500,23
Instalações hidrossanitárias	R\$ 1.105,00	Instalações elétricas	R\$ 2.758,00
Instalações sanitárias	R\$ 801,98	Instalações hidrossanitárias	R\$ 1.105,00
Limpeza de obra	R\$ 66,37	Instalações sanitárias	R\$ 801,98
		Limpeza de obra	R\$ 66,37
<b>TOTAL:</b>	<b>R\$ 39.786,66</b>	<b>TOTAL:</b>	<b>R\$ 48.465,39</b>

Fonte: Adaptado de Ecker & Martins (2014).

Evidencia-se que a abordagem “*in loco*” obtém vantagens orçamentárias, sendo o LWF 21,81% mais barato que o método convencional. Mas, destaca-se que é perdida agilidade no processo construtivo, deixando a abordagem não viável para construção de habitações sociais. Dall Molin & Malandrin (2017) partem de uma perspectiva parecida com Lima et al. (2017), pois utilizam um projeto de 40,79m<sup>2</sup> do PMCMV feito em um conjunto habitacional em Campo Mourão-PR e adaptadas para o LWF. Os resultados dos autores encontram-se no Quadro 4.4.

Quadro 4.4 - Terceiro Comparativo Orçamentário entre *light wood frame* e alvenaria convencional.

<b>MÉTODO CONSTRUTIVO</b>			
<b>Light wood frame</b>		<b>Alvenaria convencional</b>	
Custos diretos	R\$ 49.065,96	Custos diretos	R\$ 39.265,32
Custos diretos/m <sup>2</sup>	R\$ 1.202,89	Custos diretos/m <sup>2</sup>	R\$ 962,62
Custos indiretos	R\$ 1.526,88	Custos indiretos	R\$ 8.039,37
Custos indiretos/m <sup>2</sup>	R\$ 37,43	Custos indiretos/m <sup>2</sup>	R\$ 197,09
<b>Total</b>	<b>R\$ 50.592,84</b>	<b>Total</b>	<b>R\$ 47.304,69</b>
<b>Total/m<sup>2</sup></b>	<b>R\$ 1.240,32</b>	<b>Total/m<sup>2</sup></b>	<b>R\$ 1.159,71</b>

Fonte: Dall Molin & Malandrin (2017).

Com base em Dall Molin & Malandrin (2017) contempla-se que o LWF apresenta um valor por metro quadrado 6,95% maior que o método convencional.

Com base nos estudos apresentados, conclui-se que o LWF apresenta desvantagem em relação ao método convencional no quesito econômico. Entretanto, observa-se que as análises apresentadas partem de uma mesma abordagem: a comparação de uma residência em método convencional e outra em LWF, e, como o objeto de estudo do atual trabalho parte do método industrial, o enfoque no quantitativo total de casas pode fazer diferença no valor final. Um conceito que não foi trabalhado nos estudos exibidos anteriormente é o de economia de escala.

Slack et al. (2008) apontam que processos em grande escala são mais produtivos que em baixa escala. A economia de escala pode ser definida como a diminuição do custo unitário médio até atingir o melhor nível operacional através do aumento do volume produtivo. A Figura 4.1 representa esse conceito, demonstrando de maneira visual a diminuição dos custos em relação ao aumento de produção.



Figura 4.1 - Representação gráfica do conceito de economia de escala.



Fonte: Mecalux (Acesso em nov. de 2023).

Como já afirmado anteriormente, 85% do processo de construção da Casa 1.0 da Tecverde está no ambiente industrial, significando que essa porcentagem da produção está sujeita à economia de escala. Torna-se possível que, com a produção elevada de casas em LWF para os projetos habitacionais, o valor unitário de uma UH se apresente com valores competitivos comerciais em relação ao método convencional, e, como os projetos de moradia tem como objetivo a concepção de muitas UHs em um único município e se estende por todo o país, não é irreal idealizar que a produtividade dentro do ambiente industrial seria alto.

#### 4.4 Benefícios Para os Inquilinos

Os inquilinos também devem se beneficiar do método LWF e estratégias passivas são exemplos de benefícios. Sendo assim, uma avaliação termoacústica da edificação mostra-se pertinente. De acordo com o DATec nº 020-E (2023) foram realizadas simulações computacionais para a análise térmica com o uso do software EnergyPlus<sup>®</sup> para oito Zonas Bioclimáticas representadas pelas seguintes cidades brasileiras: Curitiba - PR (1), São Lourenço - MG (2), São Paulo - SP (3), Brasília - DF (4), Vitória da Conquista - BA (5), Campo Grande - MS (6), Cuiabá - MT (7) e Manaus - AM (8). Para as simulações também foram consideradas as normas ABNT NBR 15575-1:2021 de desempenho térmico e a ABNT NBR 15.575-1:2013 de requisitos gerais para habitações. Além desses documentos, o Protocolo de Avaliação do Desempenho Térmico de Sistemas Construtivos para Habitações por Simulações Computacionais do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de Produtos Inovadores e Sistemas Convencionais (SiNAT) de 2021 também orienta o processo.

Para maior detalhamento na pesquisa foram considerados três tipos de tintas para acabamento externo, e diferentes telhados. Os resultados obtidos para casas térreas isoladas e geminadas são apresentados no Quadro 4.5.

Quadro 4.5 - Desempenho térmico mínimo para as oito zonas bioclimáticas.

ZB	Telhado	Modelo Real					
		Casa Térrea Isolada			Casa Térrea Geminada		
		Clara	Média	Escura	Clara	Média	Escura
2	Telha Cerâmica + Lã de vidro 50mm	M	M	M	M	M	M
	Telha Cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	M	M	M	M	M
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	M	M	M	M	M
3	Telha Cerâmica + Lã de vidro 50mm	M	M	X	M	X	X
	Telha Cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	M	M	M	M	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	M	M	M	M	X
4	Telha Cerâmica + Lã de vidro 50mm	M	M	M	M	X	X
	Telha Cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	M	M	M	M	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	M	M	M	M	X
5	Telha Cerâmica + Lã de vidro 50mm	M	X	X	M	X	X
	Telha Cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	M	X	M	X	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	M	X	M	M	X
6	Telha Cerâmica + Lã de vidro 50mm	M	X	X	M	X	X
	Telha Cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	M	X	M	M	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	M	X	M	M	X
7	Telha Cerâmica + Lã de vidro 50mm	X	X	X	X	X	X
	Telha Cerâmica + Lã de vidro 100mm	M	M	X	M	X	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	M	M	X	M	X	X
8	Telha Cerâmica + Lã de vidro 50mm	X	X	X	X	X	X
	Telha Cerâmica + Lã de vidro 100mm	X	M	X	X	X	X
	Telha fibrocimento acabamento branco + Lã de vidro 50mm	X	X	X	M	X	X

Onde:

M: Nível de desempenho mínimo

X: Não atende o desempenho mínimo

Fonte: DATec nº 020-E (2023).

Dessa forma, demonstra-se que o LWF é possível de ser executado em toda zona bioclimática do Brasil, mesmo que dependa do tipo de cobertura adotada. Ademais, a Tecverde apresenta outro ensaio, dessa vez “*in loco*” (Tecverde, 2016). O comparativo é feito a partir de dois apartamentos em condições similares, porém, um construído pela empresa, e outro com blocos de concreto. Os resultados são:

A) Em uma temperatura externa na fachada de 40°C, a temperatura interna na residência Tecverde ficou em 23°C sendo que a residência em alvenaria de blocos de concreto ficou em 27°C;

B) Em uma temperatura externa de 10°C a temperatura interna na residência Tecverde ficou em média de 22°C sendo que na residência de alvenaria de blocos de concreto a temperatura ficou em 17°C.

Os resultados demonstram menor variação da temperatura no ambiente interno. Ou seja, o apuramento feito pela Tecverde possibilita os inquilinos terem maior conforto dentro de suas residências e terem menor necessidade de procurar alternativas para isso, sendo viável a economia das contas de energia elétrica, por exemplo.

Para a análise do desempenho acústico, a Tecverde realizou ensaios em campo direcionados pela ABNT NBR 15575-4 em habitações com classe de ruído II com parâmetros para verificação da diferença padronizada de nível ponderada das paredes de fachada (D2m,nT,w) indicado no Quadro 4.6. Para o teste foram usados quadros estruturais de madeira serrada com dimensões de 38 x 140mm com as duas faces revestidas com chapas de OSB de 9,5mm, placas cimentícias de 8mm, argamassa (basecoat) de 5mm e textura de 3mm. (DATEc N°20-E, 2023).

Quadro 4.6 - Diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa do dormitório (fachada) (D2m,nT,w).

Classe de Ruído	Localização da habitação	Valor mínimo ABNT NBR 15575-4 (dB)	Valor determinado em ensaio de campo D2m,nT,w (dB)
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas	$\geq 20$	25
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III	$\geq 25$	
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que esteja de acordo com a legislação	$\geq 30$	

Fonte: DATEc n° 020-E (2023).

E para determinação da diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes ( $DnT,w$ ), das paredes internas e paredes de geminação, foram usados os critérios mínimos da ABNT NBR 15575-4. Os resultados se encontram no Quadro 4.7.

Quadro 4.7 - Diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes ( $DnT,w$ ).

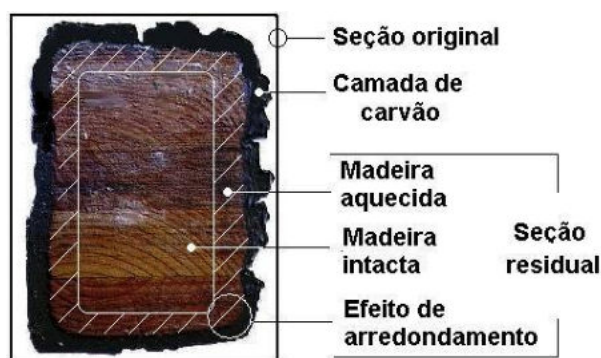
<b>ELEMENTO</b>	<b>Valor mínimo ABNT NBR 15575-4 <math>DnT,w</math> (dB)</b>	<b>Especificação da parede</b>	<b>Valor determinado em ensaio de campo <math>DnT,w</math> (dB)</b>
<b>Parede entre as unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações em que não haja ambiente dormitório.</b>	$\geq 40$	Espessura de 184mm	45dB
<b>Parede entre as unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório.</b>	$\geq 45$	Espessura de 209mm	46db
		Espessura de 248mm	49dB
<b>Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadarias dos pavimentos.</b>	$\geq 40$	Não ensaiado	
<b>Parede cega entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadarias dos pavimentos, nas situações em que não haja dormitório.</b>	$\geq 30$	Espessura de 158mm	39dB
<b>Parede cega entre o dormitório ou sala de uma unidade habitacional e as áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, tais como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.</b>	$\geq 45$	Não ensaiado	
<b>Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall (<math>DnT,w</math> obtida entre as unidades), nas situações em que não haja ambiente dormitório.</b>	$\geq 40$	Espessura de 158mm	47dB
<b>Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall (<math>DnT,w</math> obtida entre as unidades), caso pelo menos um dos usos dos ambientes seja dormitório.</b>	$\geq 45$		

Fonte: DATec nº 020-E (2023).

Conclui-se que o método apresenta resultados atendem os critérios da ABNT NBR 15575-4, exceto na classe de ruído III em testes de vedação externa e em elementos não ensaiados. Esses elementos ausentes de análise existem pelo fato de que não existiram tais situações em campo.

Outra preocupação que pode assolar os residentes é a segurança contra incêndios, pois, há uma desconfiança comum no Brasil quanto a esse aspecto das estruturas de madeira. Entretanto, a madeira exposta ao fogo carboniza seu exterior primeiro e mantém o interior praticamente intacto como indicado na Figura 4.2 que expõe uma ilustração de uma madeira lamelada colada exposta ao fogo por 30 minutos.

Figura 4.2 - Ilustração de seção de madeira laminada colada exposta ao fogo durante 30 minutos.



Fonte: Estruturas de Madeira (2023).

A madeira então mostra-se como um material adequado para a segurança contra incêndios já que o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) definido pela NBR 14432:2001 de exigências de resistência ao fogo é de 30 minutos. Apesar da Tecverde afirmar que o TRRF de suas construções é de 1 hora, não foram encontrados ensaios para apresentar no atual subtópico.

A empresa também concede um Manual do Proprietário para informar sobre manutenções, cuidados e advertências sobre as residências, além de uma garantia de 10 anos contra defeitos construtivos, o dobro da garantia de imóveis tradicionais. Assim, os proprietários obtêm instruções para manter sua casa no melhor estado de qualidade garantido, além de preservação técnica por parte da construtora.

## 5. CONCLUSÃO

Diante dos tópicos apresentados neste trabalho, conclui-se que o LWF possui potencial para atender a diversas demandas atuais, tanto de âmbito nacional quanto internacional. As metas ambientais dos ODS e as diretrizes dos projetos habitacionais mais recentes no Brasil são mais bem atendidas por meio do LWF do que por outras abordagens construtivas mais comuns no país, devido à menor emissão de CO<sub>2</sub>eq, ao uso de madeiras reflorestadas ou certificadas e à redução dos resíduos sólidos na obra.

Ademais, outros obstáculos que o PMCMV enfrenta desde sua criação podem ser solucionados ou amenizados com o uso do LWF. A possibilidade de implementação de residências do programa em bairros já consolidados contribui para o enfrentamento da segregação social. A abordagem industrial do método permite o aumento da entrega de casas, dessa forma, reduzindo os reajustes econômicos, além de manter uma uniformidade da qualidade final na maior parte do processo construtivo.

Apesar de parecer menos interessante no quesito econômico, com base nos estudos apresentados, o ambiente industrial em que o LWF está submetido permite a chegada a um ponto ideal de produção que possibilita a diminuição dos valores finais em função da alta produtividade. Ou seja, visando projetos governamentais de grande escala como o PMCMV, as perspectivas orçamentárias tornam-se mais viáveis.

Consuma-se, então, o LWF como um método que atende às exigências normativas brasileiras de conforto e segurança, possibilitando implementação adequada em todo território nacional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Rodrigo de Freitas. **A construção social do direito à moradia: uma análise da comunidade “Estação dos Ventos”, no município de Santa Maria**. Trabalho de Conclusão do Curso, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2014.
- ALMEIDA, Marianne Silvestre Teixeira et al. ANÁLISE DA CORRELAÇÃO DO VOLUME DE RESÍDUOS SÓLIDOS PROVENIENTES DA CONSTRUÇÃO CIVIL COM O PRODUTO INTERNO BRUTO PARA OS MUNICÍPIOS NO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Revista Augustus**, v. 24, n. 49, p. 320-331, 2019.
- ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). **NBR 6122/1994**. 30 de maio de 1996.
- APA – THE ENGINEERED WOOD ASSOCIATION (US). **Advanced framing construction guide**. Helping the industry create structural wood products, 1 set. 2014.
- ALLEN, E.; THALLON, R. **Fundamentals of Residential Construction**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2011
- BASTOS, Lucas Guillard. **Elaboração de projeto arquitetônico e pré projeto estrutural de uma edificação em light wood frame**. Trabalho de Conclusão do Curso, Universidade Federal de Lavras, v. 75, 2023.
- BRASIL, **LEI Nº 14.620, DE 13 DE JULHO DE 2023**. Conversão da Medida Provisória nº 1.162, de 2023. Brasília, 13 de julho de 2023; 2020 da Independência e 135o da República. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2023-2026/2023/Lei/L14620.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Lei/L14620.htm)>
- CARDOSO, Larriê Andrey. **Estudo do método construtivo wood framing para construção de habitações de interesse social**. Trabalho de Conclusão do Curso, Universidade Federal de Santa Maria, v. 79, 2015.
- DALL MOLIN, Brayan Heron de Castro; MALANDRIN, Lucas Lima. **Comparativo de custo entre os sistemas construtivos alvenaria convencional, light steel frame e wood frame para habitação popular**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

DIAS, Alan. **A Madeira: um Material Construtivo Resistente ao Fogo**. 23 fev. 2007.

Disponível em:

<<http://estruturasdemadeira.blogspot.com/2007/02/madeira-um-material-construtivo.html>>.

Acesso em: 17 nov. 2023.

ECKER, Taienne Winni Paiz; MARTINS, Valdemar. **Comparativo dos sistemas construtivos steel frame e wood frame para habitações de interesse social**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

FELLET, João. **Minha Casa, Minha Vida piorou cidades e alimentou especulação imobiliária, diz ex-secretária do governo Lula**. BBC, 4 jun. 2018. Disponível em:

<<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-44205520>>. Acesso em: 17 set. 2023.

FORAGI, Rafael. Uma análise do programa Minha Casa Minha Vida. *In*: FORAGI, Rafael. **Uma análise do programa Minha Casa Minha Vida**. Orientador: Eugênio Lagemann. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Econômicas) - Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, 2012.

GOVERNO FEDERAL (Brasil). Ministério da ciência, tecnologia e inovações. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**, ed. 6º, 2022.

GOVERNO FEDERAL (Brasil). Controladoria-Geral da União. **Minha Casa Minha Vida: 56,4% dos imóveis avaliados apresentam defeitos na construção**. 16 ago. 2017. Disponível em:

<<https://www.gov.br/cgu/pt-br/assuntos/noticias/2017/08/minha-casa-minha-vida-56-4-dos-imoveis-avaliados-apresentam-defeitos-na-construcao>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

GOVERNO FEDERAL (Brasil). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Censo Demográfico 2022: População e domicílios. **Levantamento Censo demográfico 2022 do IBGE**, gov.br, ed. 13º, p. 1-75, 28 jul. 2023.

GOVERNO FEDERAL (Brasil, Vitória - ES). Caixa Econômica Federal. **Cadernos CAIXA Projeto padrão – casas populares**. 2006.

GUIMARÃES, Eliane Aparecida. **O processo de implementação do Programa Minha Casa Minha para população de baixa renda: o caso de Viçosa-MG**. 2013.



KRAUSE, Cleandro; NADALIN, Vanessa Gapriotti; PEREIRA, Rafael H. M.; SIMÕES, Pedro Reis. **Programa minha casa minha vida: avaliações de aderência ao déficit habitacional e de acesso a oportunidades urbanas**. Instituto de pesquisa econômica aplicada, p. 1-64, 1 jun. 2023.

LIMA, Antonio Marcio; JUNIOR, Tanis José de Almeida; ROCHA, Thiago Felipe Ignácio. **Comparativo de alvenaria estrutural, alvenaria de vedação e wood frame**. 2017. 59 p.

MEDEIROS, Amanda Kellen Silva de. **Exclusão social e projetos habitacionais. Um estudo sobre conjuntos habitacionais, segregação e exclusão social em Natal/RN**. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MOLINA, Julio Cesar; JUNIOR, Carlito Calil. Sistema construtivo em " wood frame" para casas de madeira. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 31, n. 2, p. 143-156, 2010.

MARCHESINI, Lucas; RESENDE, Thiago. **Novo Minha Casa, Minha Vida herda passivo de 130 mil casas atrasadas ou paralisadas**. Folha de São Paulo, 5 fev. 2023. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2023/02/novo-minha-casa-minha-vida-herda-passivo-de-130-mil-casas-atrasadas-ou-paralisadas.shtml>>. Acesso em: 18 set. 2023.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA (Brasil). Secretaria Federal de Controle Interno. **Relatório de Avaliação Programa Minha Casa, Minha Vida**. 2020.

MECALUX (Brasil). **MOQ ou quantidade mínima de encomenda: um equilíbrio entre cliente e fornecedor**. 2020. Disponível em: <<https://www.mecalux.com.br/blog/moq-quantidade-minima-pedido>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

PNAD, IBGE (Brasil). **Características gerais dos domicílios e dos moradores 2018**. PNAD contínua, p. 1-28, 22 maio de 2019

PAESE, Michelle Cristine Bonatto. **Análise de sistemas construtivos em madeira implantados na região de Curitiba-Paraná**. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SANTANA, Rhaiana Bandeira; ZANONI, Vanda Alice Garcia. Indicadores habitacionais brasileiros: análise comparativa da série histórica 1995-2018. **Cadernos MetrÓpole**, v. 24, p. 409-428, 2021.

SPANIOL, Norton Cesar. **Análise comparativa dos sistemas construtivos alvenaria convencional e wood frame para habitação de interesse social**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL (Brasil). Canal Gov. **Jader Filho detalha melhorias do Minha Casa, Minha Vida em conversa com radialistas**. 19 jul. 2023. Disponível em:

<<https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2023/07/jader-filho-detalha-melhorias-do-minha-casa-minha-vida-em-conversa-com-radialistas>>. Acesso em: 18 out. 2023.

SILVA JÚNIOR, Edvaldo Alves da. **Os objetivos do desenvolvimento sustentável da agenda 2030 da ONU na gestão dos resíduos da construção civil em Igarassu–PE**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Brasil.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL (Paraná). SINDUSCON PR.

**Estúdios são construídos durante o Eninc**. 3 jun. 2014. Disponível em:

<<https://sindusconpr.com.br/estudios-sao-construidos-durante-o-eninc-3067-p>>. Acesso em: 3 nov. 2023.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008

SOZIN, João Paulo Falcetti; MELO, Pedro Corrêa de. **Avaliação do ciclo de vida de emissão de CO2 equivalente de vedação de light wood frame em Brasília**. Trabalho de Conclusão do Curso, Universidade de Brasília. 2017.

TECVERDE ENGENHARIA LTDA. **DATEc Nº 20-E**: “Sistema estruturado em peças leves de madeira maciça serrada – Tecverde (tipo light wood framing)”. São Paulo, 2023.

TECVERDE ENGENHARIA LTDA. **Lançamento Casa 1.0: Você vai se surpreender com a Tecverde**. 19 jul. 2022. Disponível em:

<<https://www.tecverde.com.br/2022/07/19/lancamento-casa-1-0-voce-vai-se-surpreender-com-a-tecverde/>>. Acesso em: 26 set. 2023.

TECVERDE ENGENHARIA LTDA. **Fundação para obras em wood Frame**. 7 out. 2021.

Disponível em:

<<https://www.tecverde.com.br/2021/10/07/fundacao-para-obras-em-wood-frame/>>. Acesso em: 26 set. 2023.

TECVERDE ENGENHARIA LTDA. **Obras com menor impacto ambiental**. 13 abr. 2023.

Disponível em:

<<https://www.tecverde.com.br/2023/04/13/obras-com-menor-impacto-ambiental/>>. Acesso em: 4 out. 2023.

TECVERDE ENGENHARIA LTDA. **Tecverde vai construir prédios e casas em São Sebastião**.

11 abr. 2023. Disponível em:

<<https://www.tecverde.com.br/2023/04/11/valor-tecverde-vai-construir-predios-e-casas-em-sao-sebastiao/>>. Acesso em: 7 out. 2023.

TECVERDE ENGENHARIA LTDA. **Série Normas Técnicas: Desempenho Térmico**. 2020.

*E-book*.

TECVERDE ENGENHARIA LTDA (Brasil). **Projetos e Documentos**. Disponível em:

<<https://www.tecverde.com.br/projetos/>>. Acesso em: 22 nov. 2023.

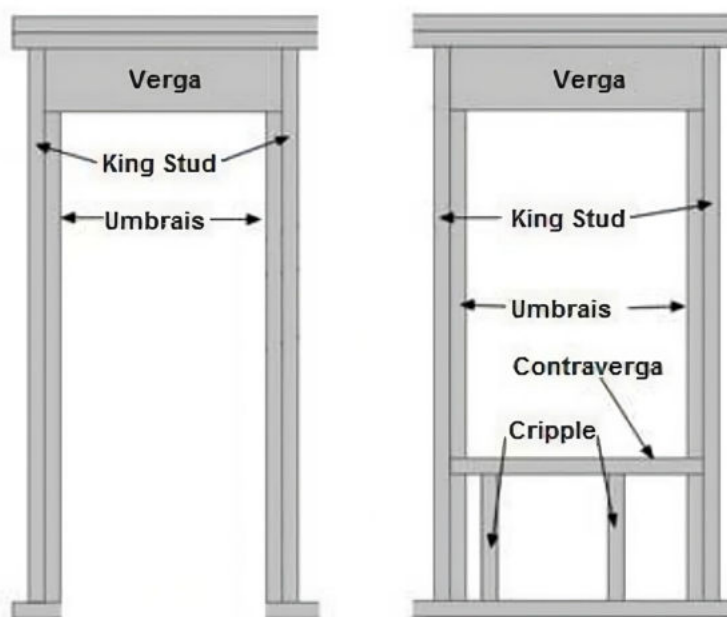
VEIGA, Guilherme Bazanella. **Revisão bibliográfica sobre manifestações patológicas em residências populares do Programa Minha Casa Minha Vida**. Trabalho de Conclusão do Curso, Centro Universitário Ritter dos Reis. 2023.

VOBI (Brasil). **Projeto hidráulico: conheça todas as suas características e saiba como elaborar**. 2019. Disponível em:

<<https://www.vobi.com.br/blog/projeto-hidraulico-conheca-todas-as-suas-caracteristicas-e-saiba-como-elaborar>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

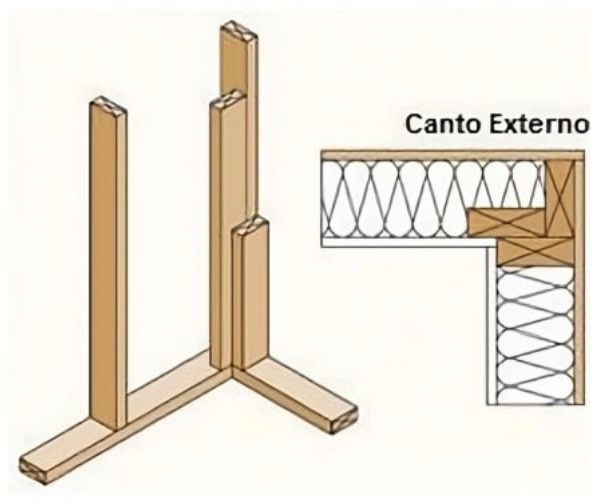
**ANEXO A - DETALHAMENTOS CONSTRUTIVOS DO LIGHT WOOD FRAME**

## Anexo A.1 - Quadros estruturais de esquadrias.



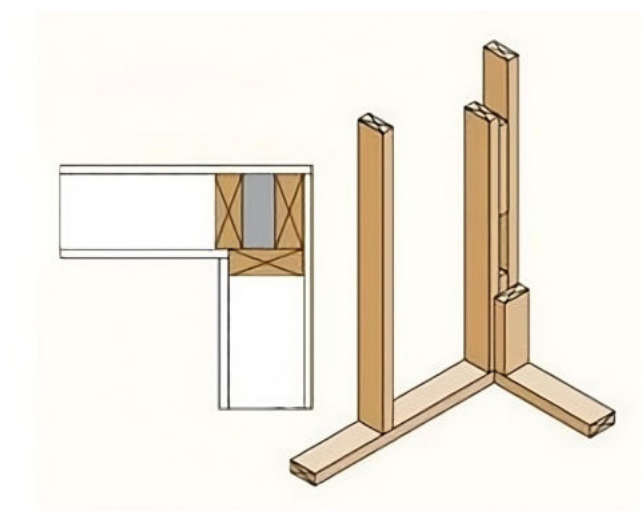
Fonte: Cardoso (2016).

## Anexo A.2.1 - Canto de parede California Corner.



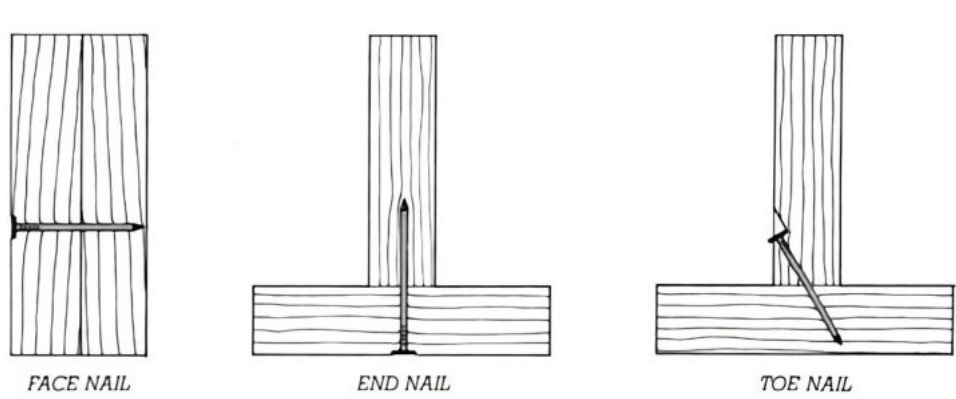
Fonte: Cardoso (2016).

### Anexo A.2.2 - Canto de parede Hollow Corner.



Fonte: Cardoso (2016).

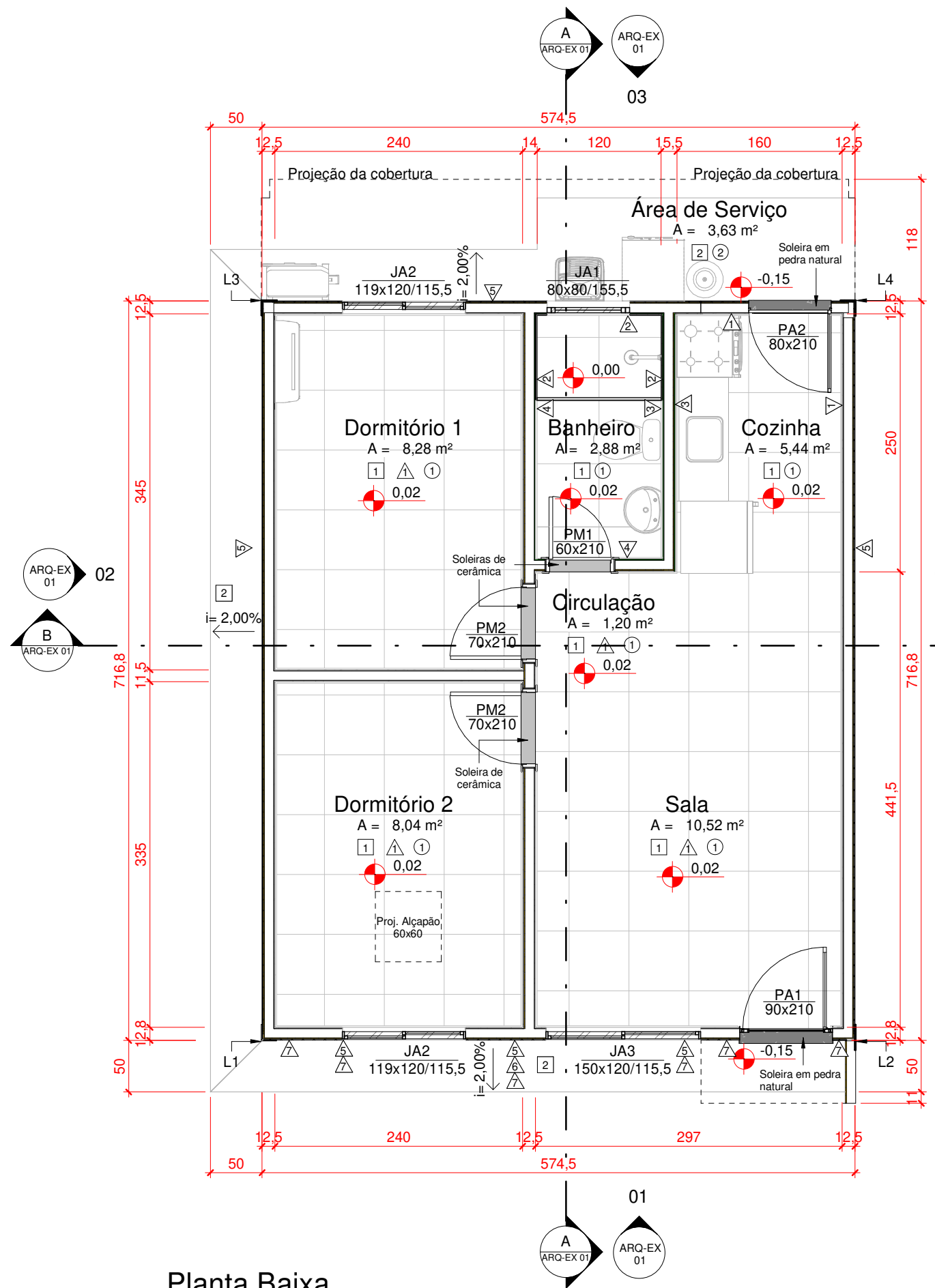
### Anexo A.3 - Métodos de pregação.



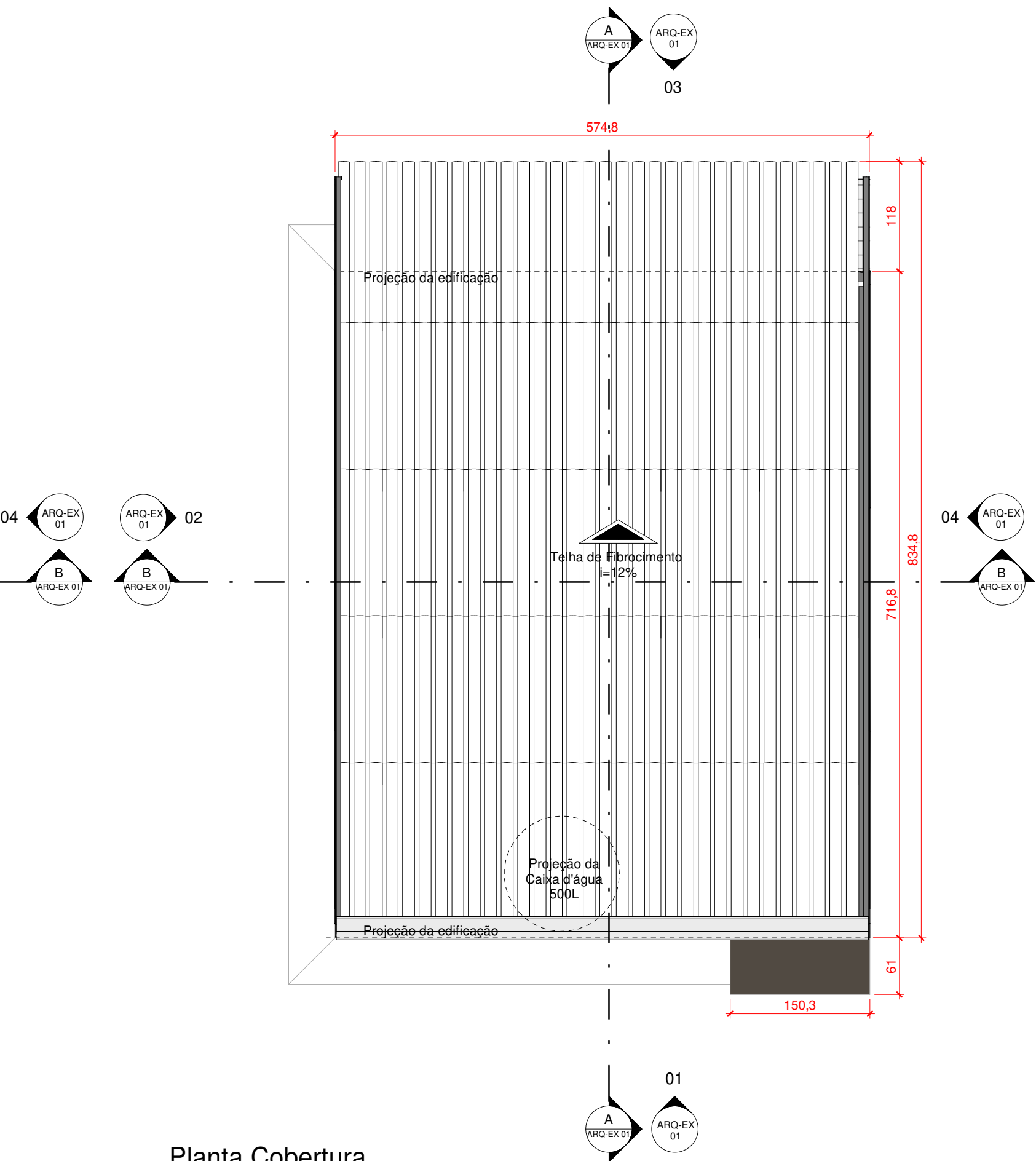
Fonte: Allen e Thallon (2011).

**ANEXO B - PLANTAS DA CASA 1.0 DA TECVERDE**

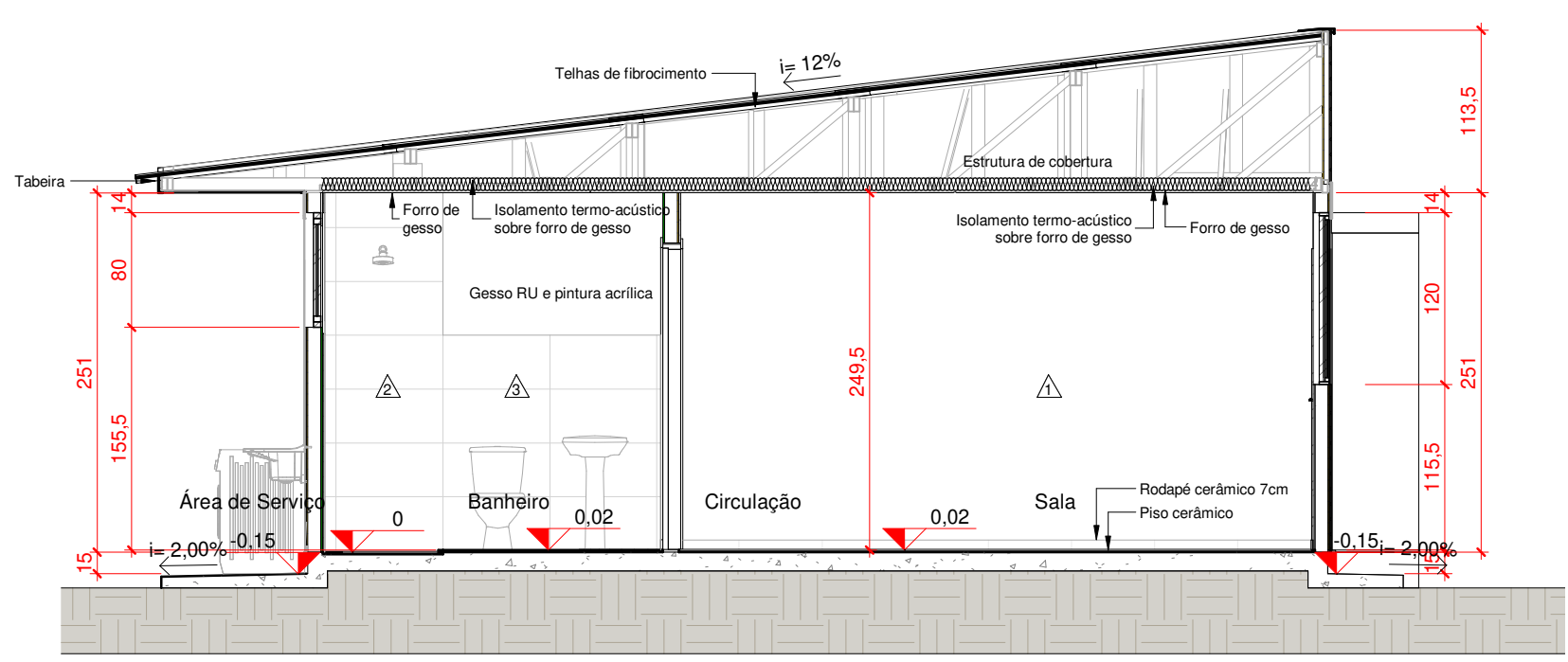
Planta arquitetônica, hidráulica e elétrica da Casa 1.0 fornecida pelo site da Tecverde.



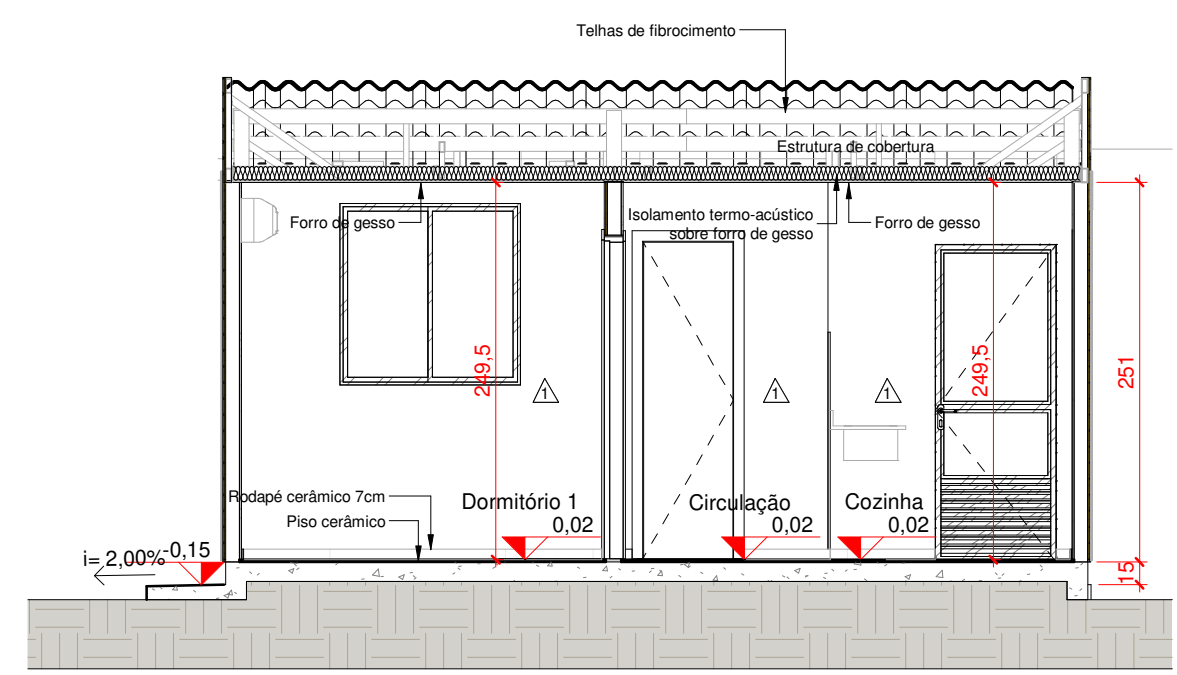
**Planta Baixa**  
1 : 50



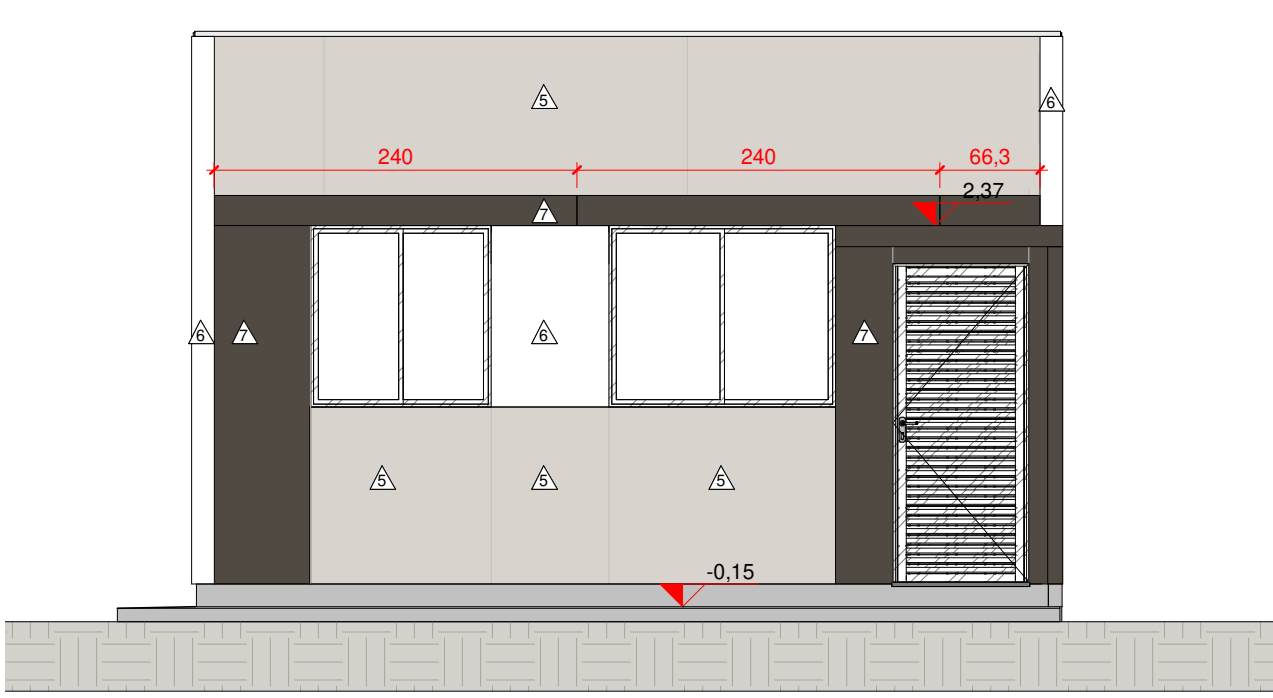
**Planta Cobertura**  
1 : 50



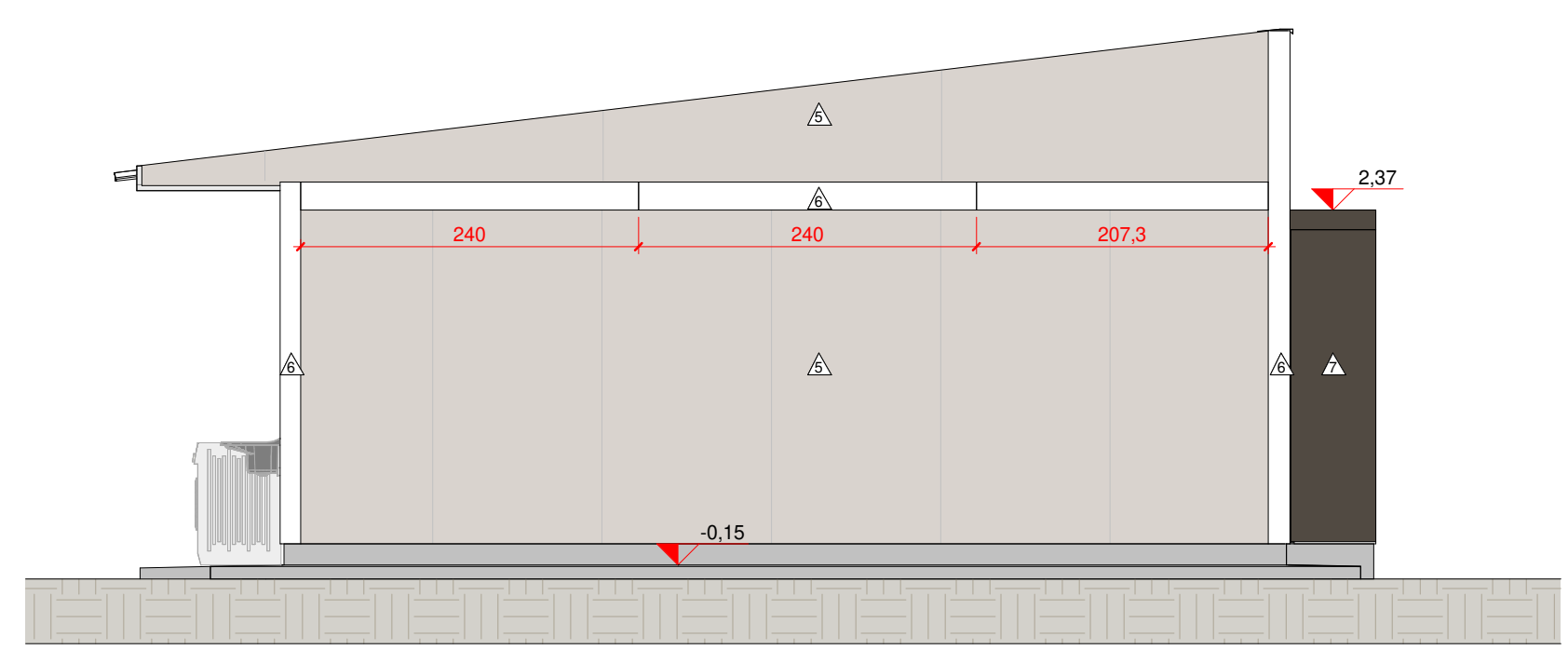
**Corte AA**  
1 : 50



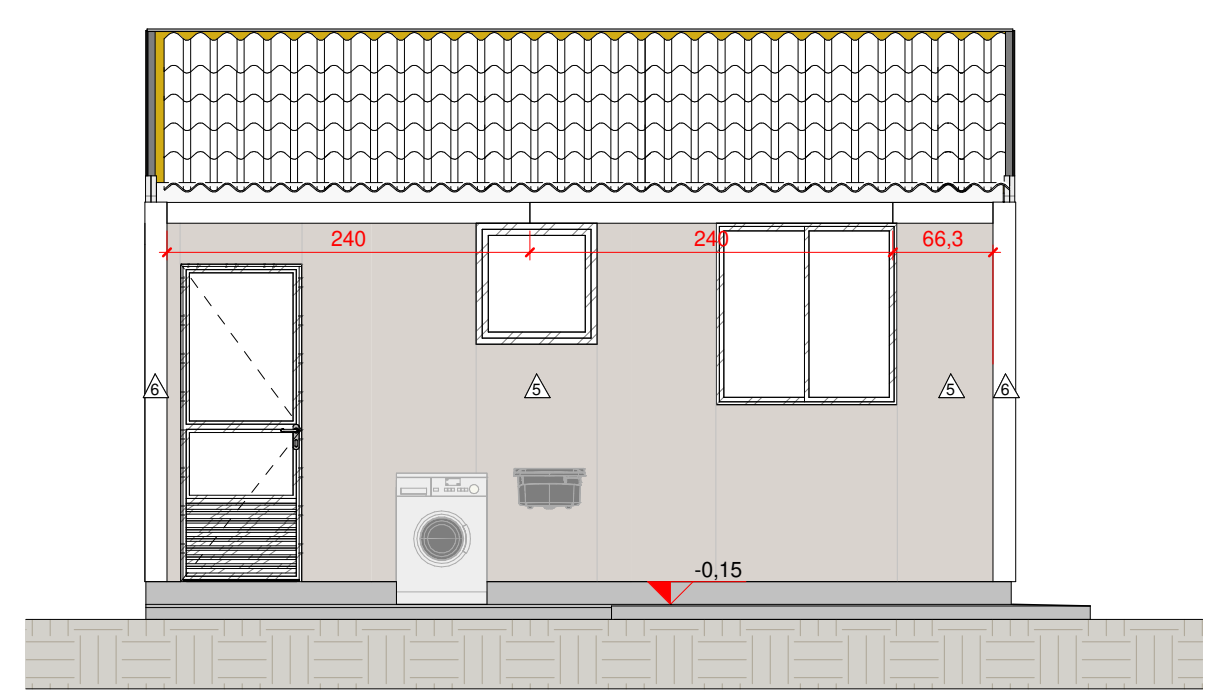
**Corte BB**  
1 : 50



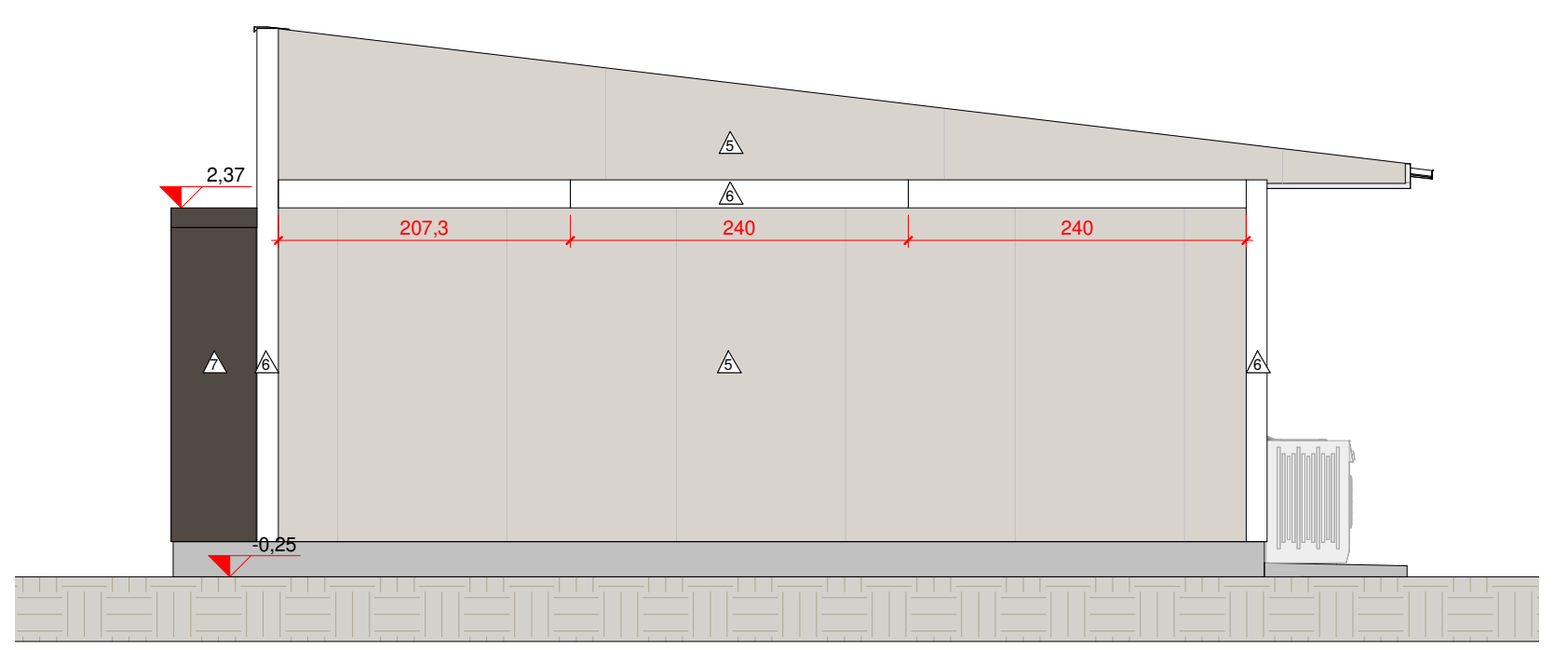
**Elevação 01**  
1 : 50



**Elevação 02**  
1 : 50



**Elevação 03**  
1 : 50



**Elevação 04**  
1 : 50

**RELAÇÃO DE REVESTIMENTOS**

PISOS	
1	Piso cerâmico esmaltado; tipo A; Classe A; PEI 4; COF > 0,4; Bib P 3%.
2	Piso em concreto
PAREDES	
1	Gesso acart. ST com acabamento em pintura acrílica cor branco
2	Gesso acart. RU com revest. cerâmico PEI 4 até o teto
3	Gesso acart. RU com revest. cerâmico PEI 4 h=150cm e tinta acrílica cor branco até o teto
4	Gesso acart. RU com pintura acrílica cor branco
5	Placas cimentícias com juntas aparentes e acabamento em textura acrílica cor bege claro
6	Placas cimentícias com juntas aparentes e acabamento em textura acrílica cor branco
7	Placas cimentícias com juntas aparentes e acabamento em textura acrílica cor marrom escuro
TETOS	
1	Forro em gesso acartonado com manta de isolamento fibroso 100mm sob forro: A=0,045 W/m²°C
2	Forro de beiral em PVC ou placas cimentícias

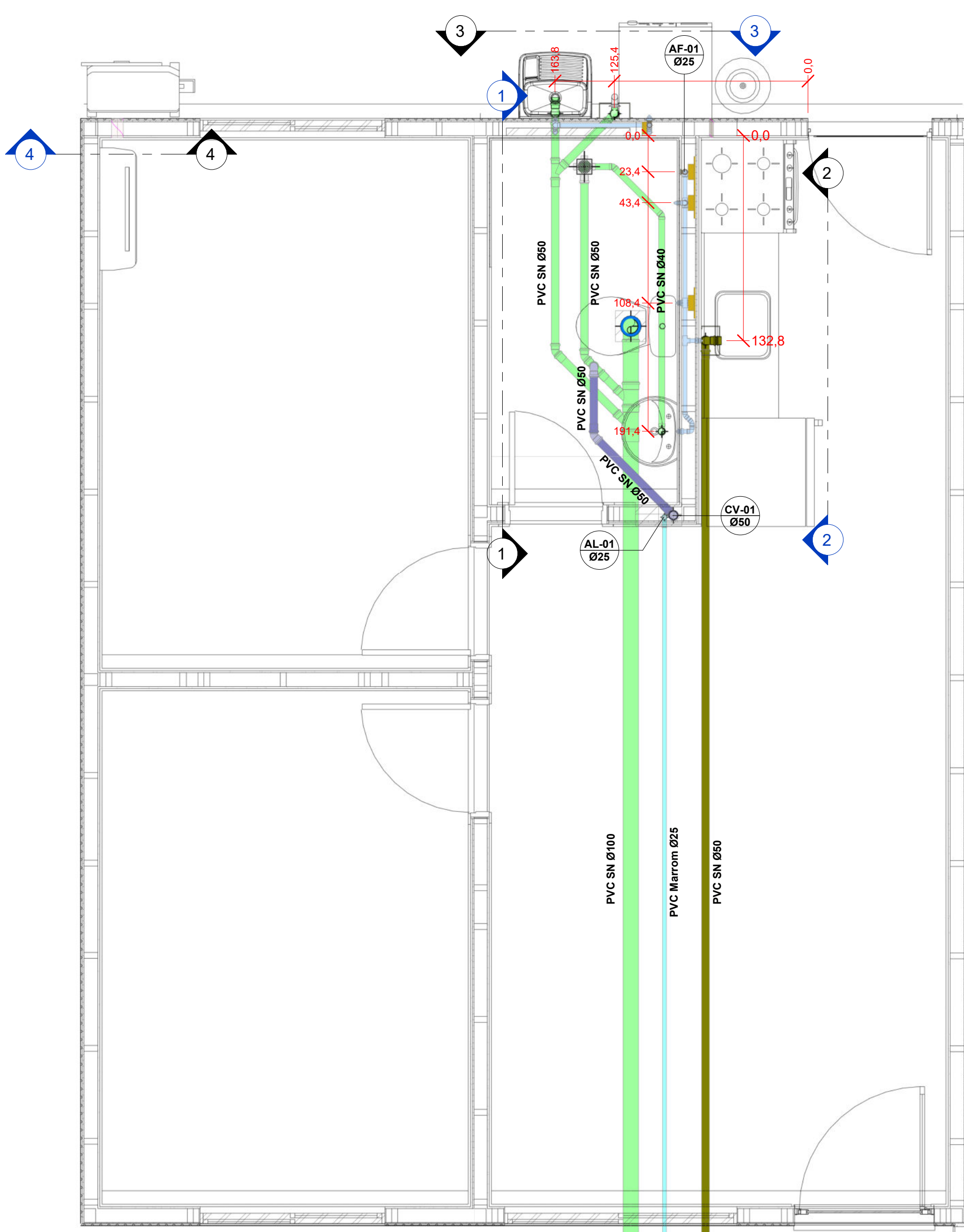
**TABELA DE ESQUADRIAS**

PORTAS DE MADEIRA		QUANT.		
COD	DIM	DESCRIÇÃO		
PM1	60x210	1 folha de abrir, interna, cor branca	1	
PM2	70x210	1 folha de abrir, interna, cor branca	2	
PORTAS DE ALUMÍNIO		QUANT.		
COD	DIM	DESCRIÇÃO		
PA1	90x210	Porta em alumínio, uma folha de abrir à direita, tipo também, pintada de branco	1	
PA2	80x210	Porta em alumínio, uma folha de abrir à esquerda, pintada de branco, com veneziana ventilada e vidro de segurança na parte inferior, vidro 3mm incolor na parte superior	1	
JANELAS DE ALUMÍNIO		QUANT.		
COD	DIM	PEITORIL	DESCRIÇÃO	
JA1	80x80	155.5	1 Folha máximo-ar, vidro mini boreal	1
JA2	119,4x120	115.5	2 Folhas de correr, vidro incolor	2
JA3	150x120	115.5	2 Folhas de correr, vidro incolor	1

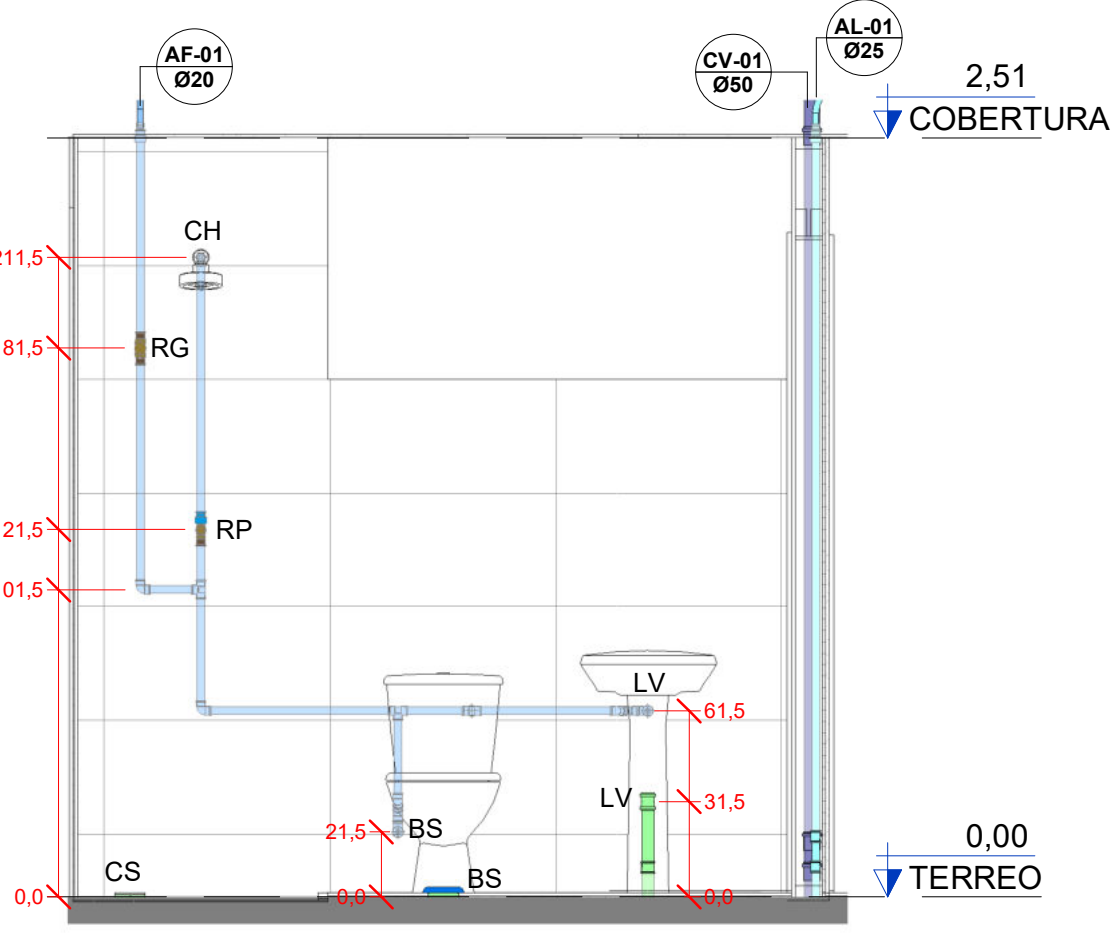
CONTROLE DE REVISÕES			
REV	DATA	DESCRIÇÃO	REVISADO APROVADO

<p>OBRA: <b>CASA 1.0</b> P.D. 2.50m, COM CAIXA D'ÁGUA</p> <p>PROPRIETÁRIO: <b>Tecverde Engenharia S.A.</b></p> <p>EXECUÇÃO: <b>Tecverde Engenharia S.A.</b> Eng. Lucas Maceno</p> <p>PROJETO: <b>Tecverde Engenharia S/A</b> Arq. Pedro Virmond Moreira</p>	<p>REFERÊNCIA: <b>PLANTAS, CORTES E ELEVÇÕES</b></p> <p>ESCALA: 1 : 50</p> <p>DATA: 03/04/2023</p> <p>PRONCHIA: 16.01.21</p> <p><b>ARQ-EX 01</b> .01</p>
---	--

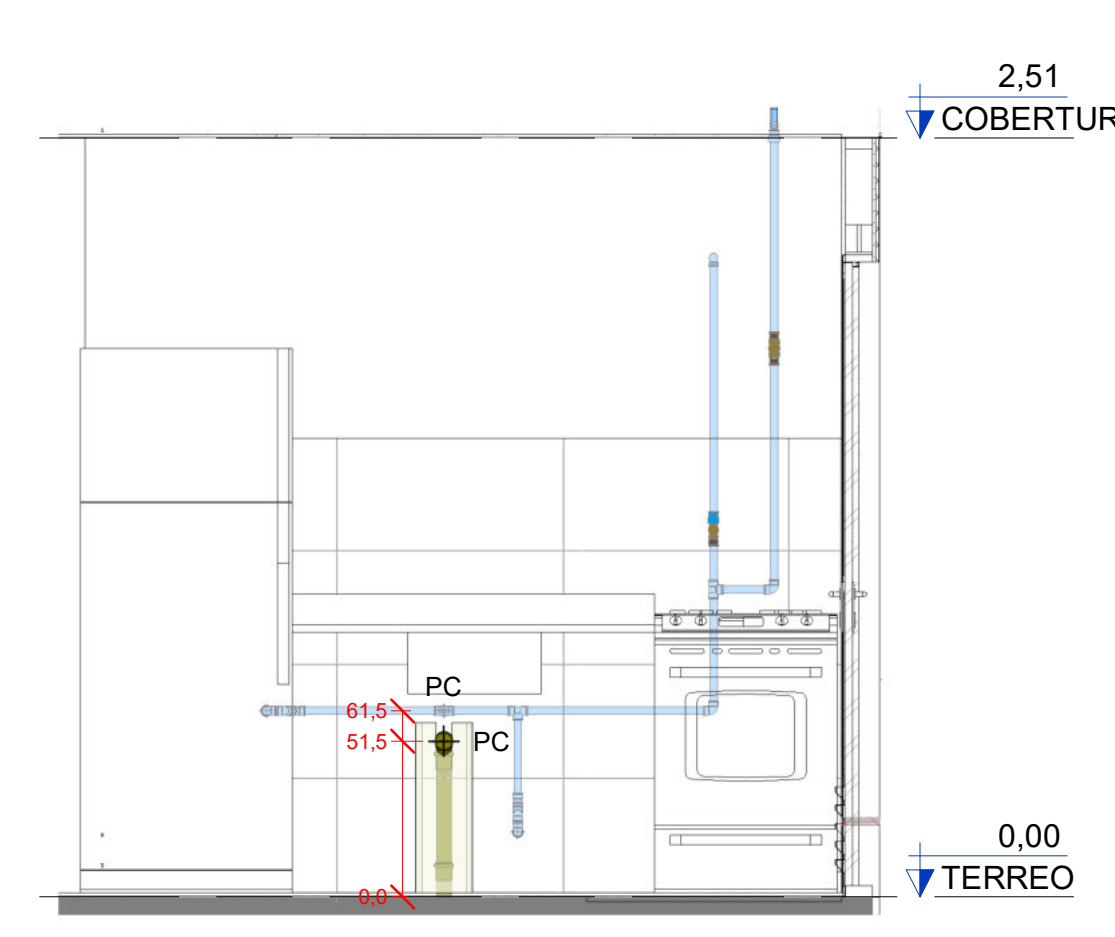




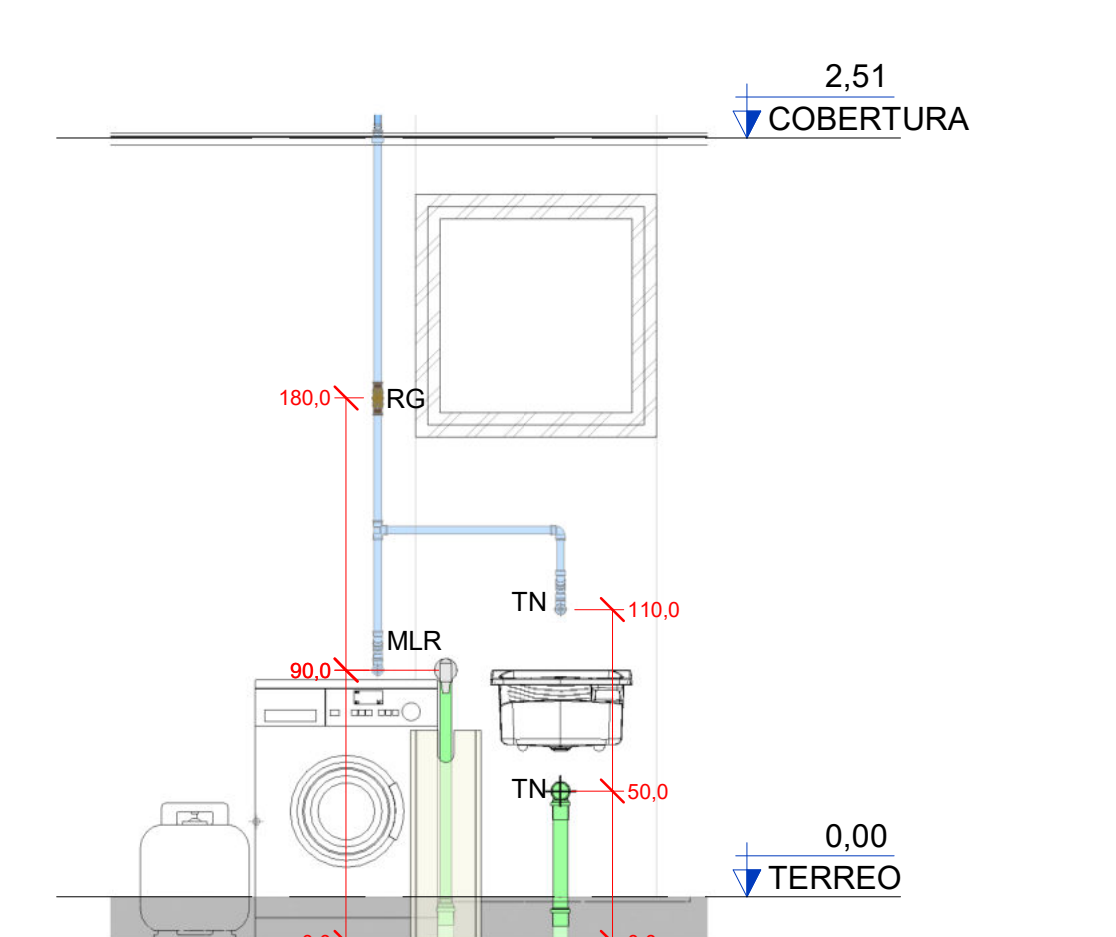
PLANTA TERREO  
1 : 25



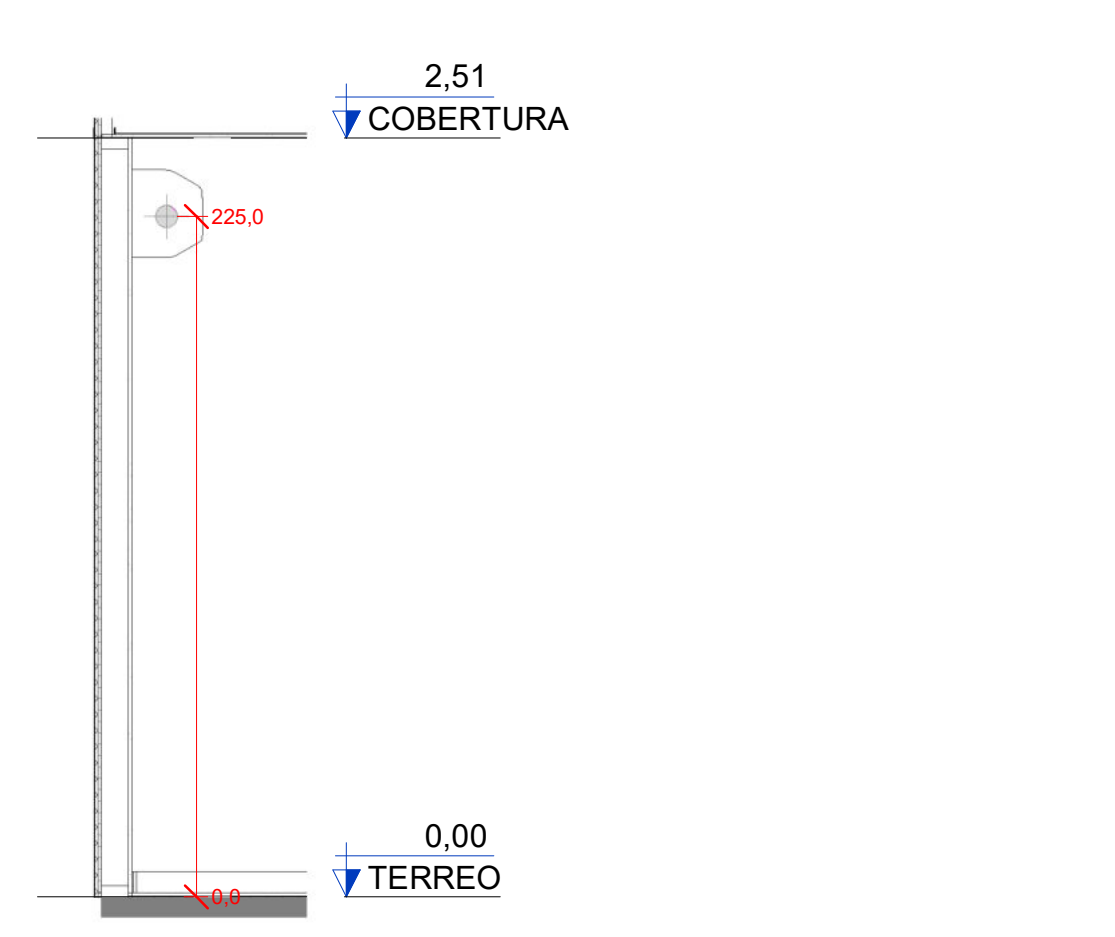
CORTE 1-1  
1 : 25



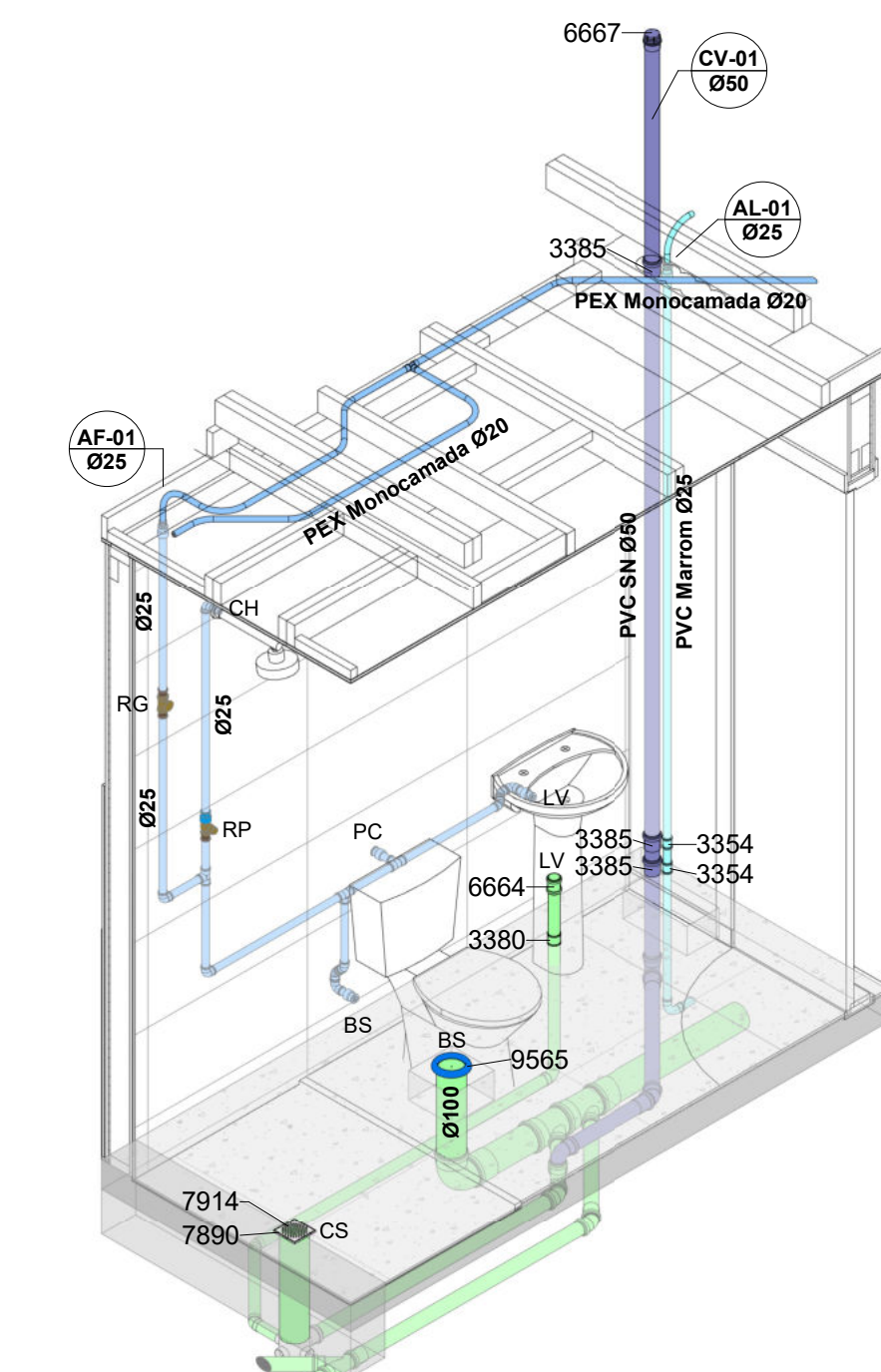
CORTE 2-2  
1 : 25



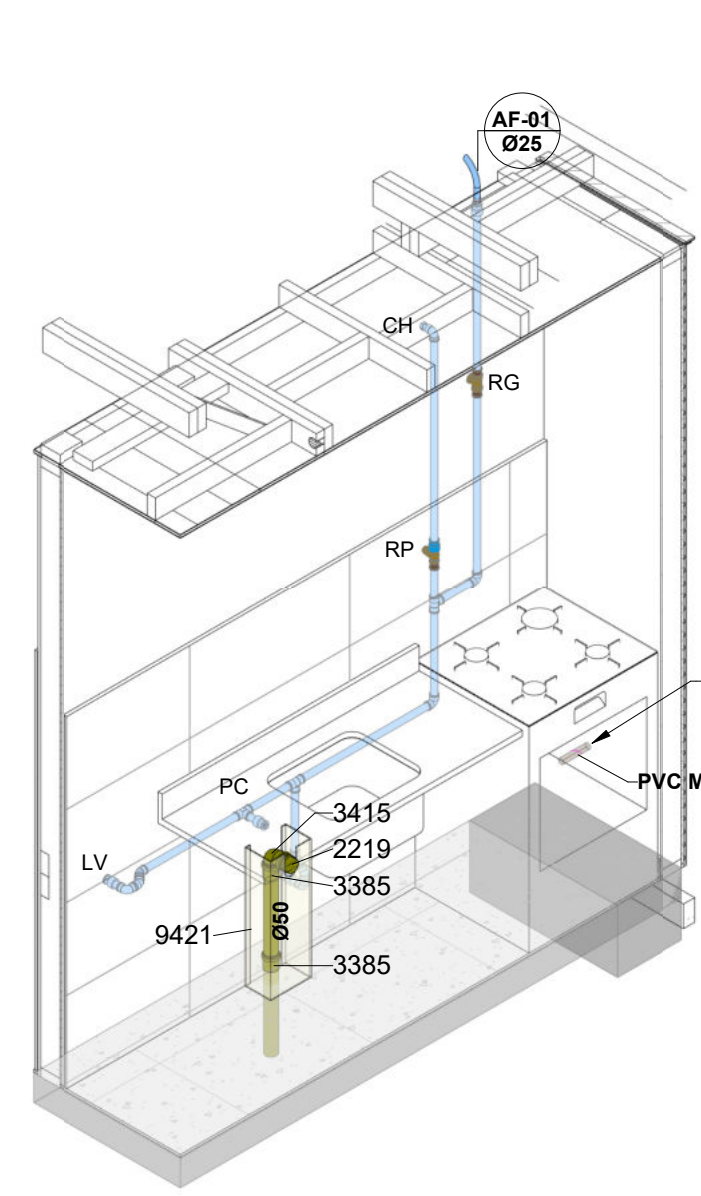
CORTE 3-3  
1 : 25



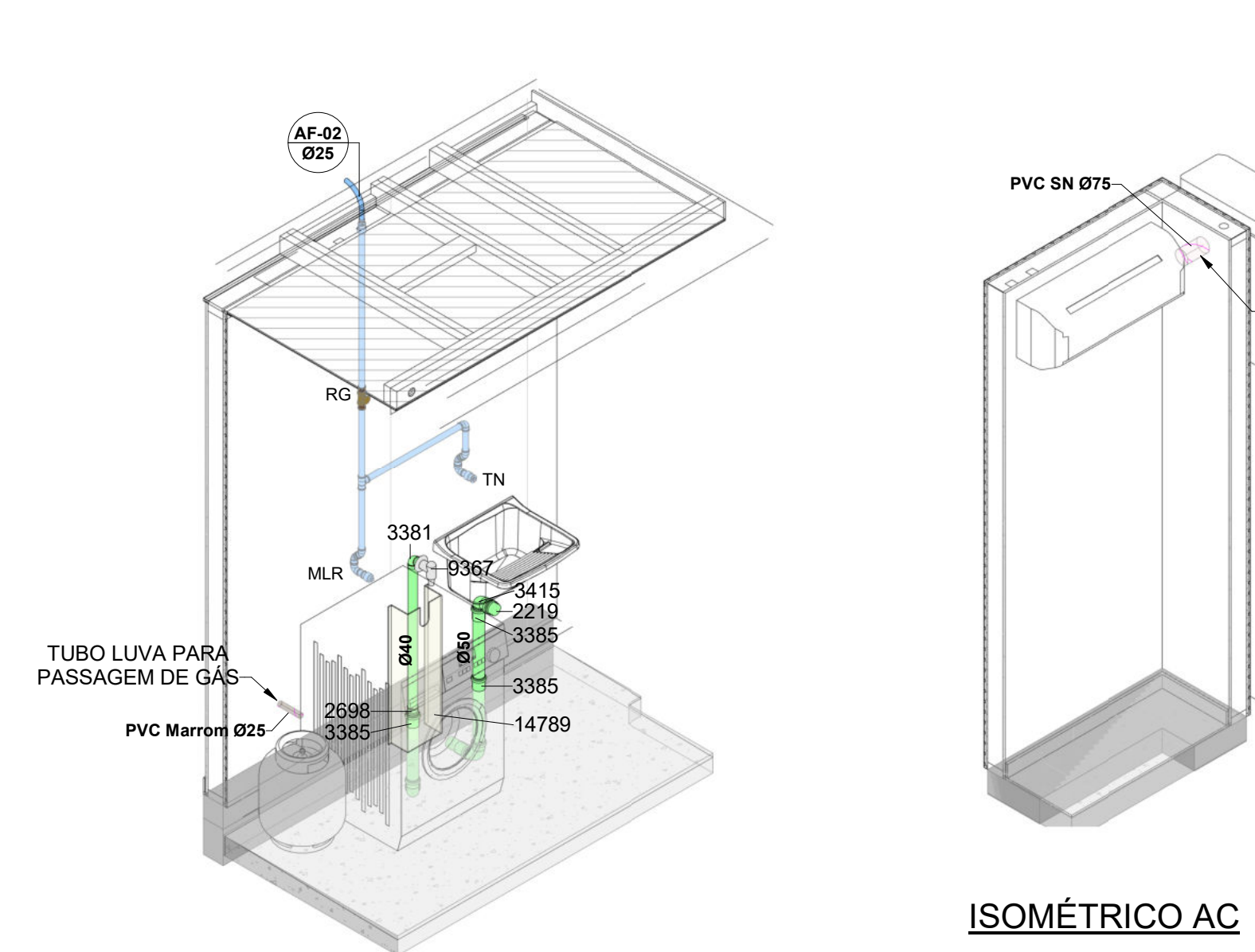
CORTE 4-4  
1 : 25



ISOMÉTRICO BWC

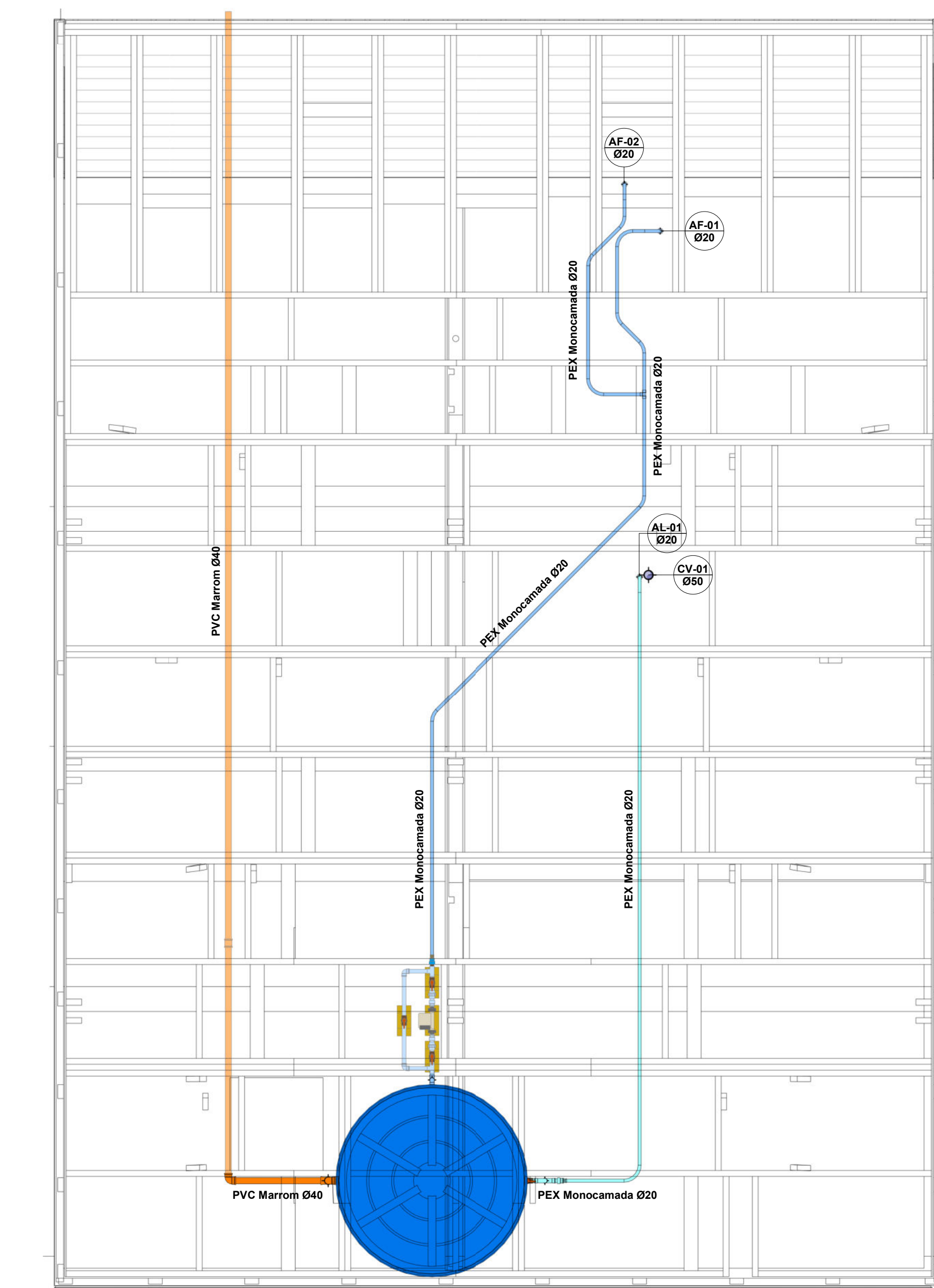


ISOMÉTRICO COZINHA

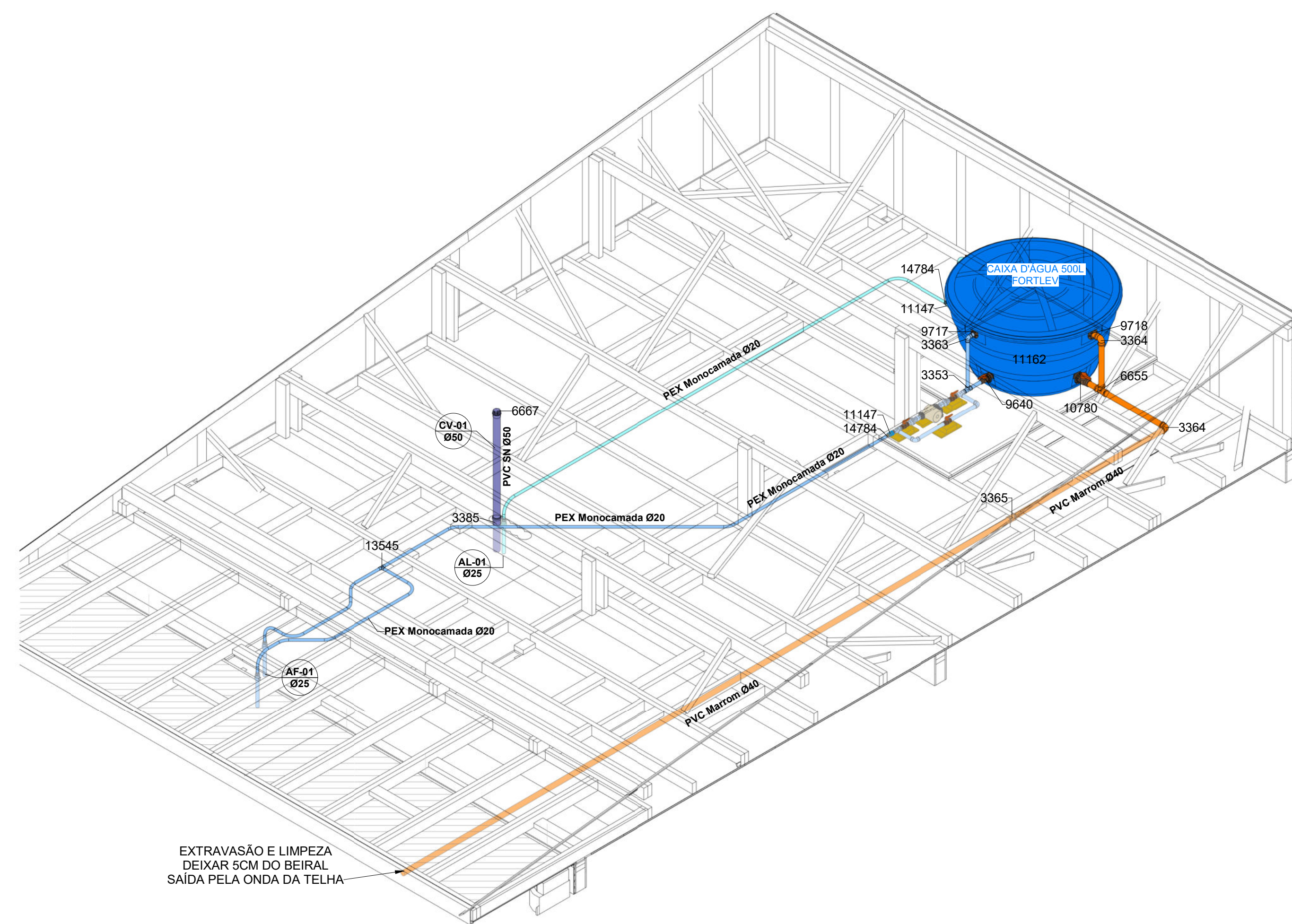


ISOMÉTRICO A.S.

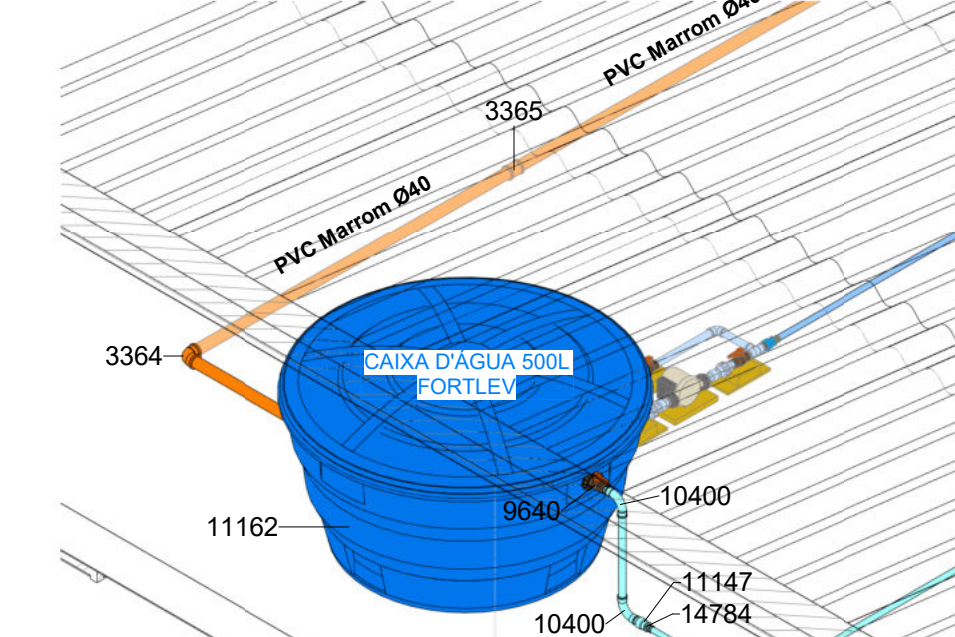
ISOMÉTRICO AC



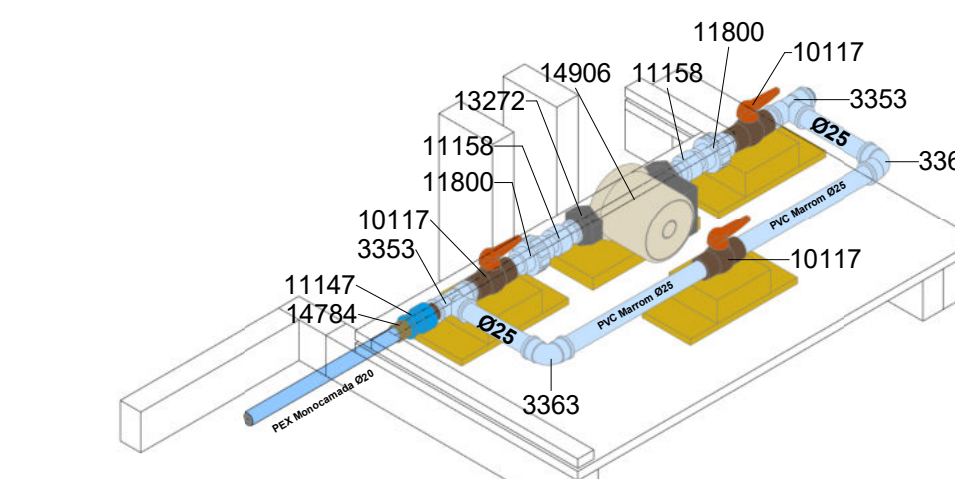
COBERTURA  
1 : 25



ISOMÉTRICO COBERTURA

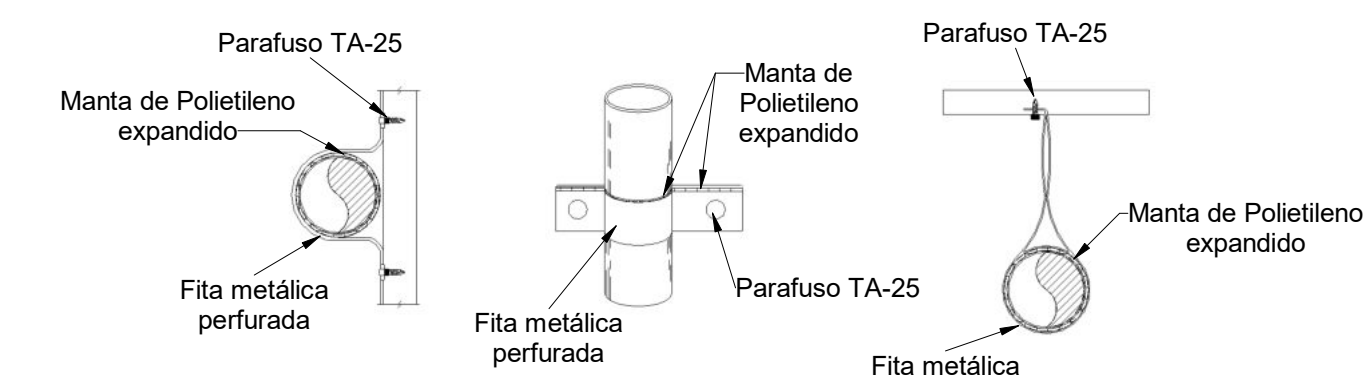


ISOMÉTRICO COBERTURA



ISOMÉTRICO BOMBA

DETALHE FIXAÇÃO TUBULAÇÃO DE AF



TUBULAÇÃO PVC Marron - ESPAÇAMENTO HORIZONTAL DAS FIXAÇÕES	
Diâmetro Ø (mm)	Espaçamento(m)
20	0,9
25	1,0
32	1,1
40	1,3
50	1,5
60	1,7
75	1,9
85	2,1
110	2,5

LEGENDA:

<span style="color:blue">■</span>	TUBULAÇÃO ÁGUA FRIA	<span style="color:blue">○</span> AL-nn	PRUMADA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA FRIA nn: número da coluna xx: diâmetro nominal da coluna
<span style="color:red">■</span>	TUBULAÇÃO ALIMENTAÇÃO ÁGUA FRIA ISOLADAMENTE	<span style="color:red">○</span> AF-nn	PRUMADA DE ÁGUA FRIA nn: número da coluna xx: diâmetro nominal da coluna
<span style="color:orange">■</span>	TUBULAÇÃO ÁGUA QUENTE	<span style="color:orange">○</span> AQ-nn	PRUMADA DE ÁGUA QUENTE nn: número da coluna xx: diâmetro nominal da coluna
<span style="color:yellow">■</span>	TUBULAÇÃO EXTRAVASOR/LIMPEZA	<span style="color:yellow">○</span> AP-nn	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL nn: número da coluna xx: diâmetro nominal da coluna
<span style="color:green">■</span>	TUBULAÇÃO LUVA	<span style="color:green">○</span> AC-nn	COLUNA DE DRENO AC nn: número da coluna xx: diâmetro nominal da coluna
<span style="color:purple">■</span>	TUBULAÇÃO ESGOTO COM GORDURA	<span style="color:purple">○</span> OS-nn	PRUMADA DE GÁS nn: número da coluna xx: diâmetro nominal da coluna
<span style="color:blue">■</span>	TUBULAÇÃO VENTILAÇÃO ESGOTO	<span style="color:blue">○</span> CV-nn	COLUNA DE VENTILAÇÃO nn: número da coluna xx: diâmetro nominal da coluna
<span style="color:green">■</span>	TUBULAÇÃO ESGOTO	<span style="color:green">○</span> TO-nn	TUBO DE QUEDA DE ESGOTO nn: número da coluna xx: diâmetro nominal da coluna
<span style="color:yellow">■</span>	TUBULAÇÃO GÁS	<span style="color:yellow">○</span>	

ABREVIACOES:

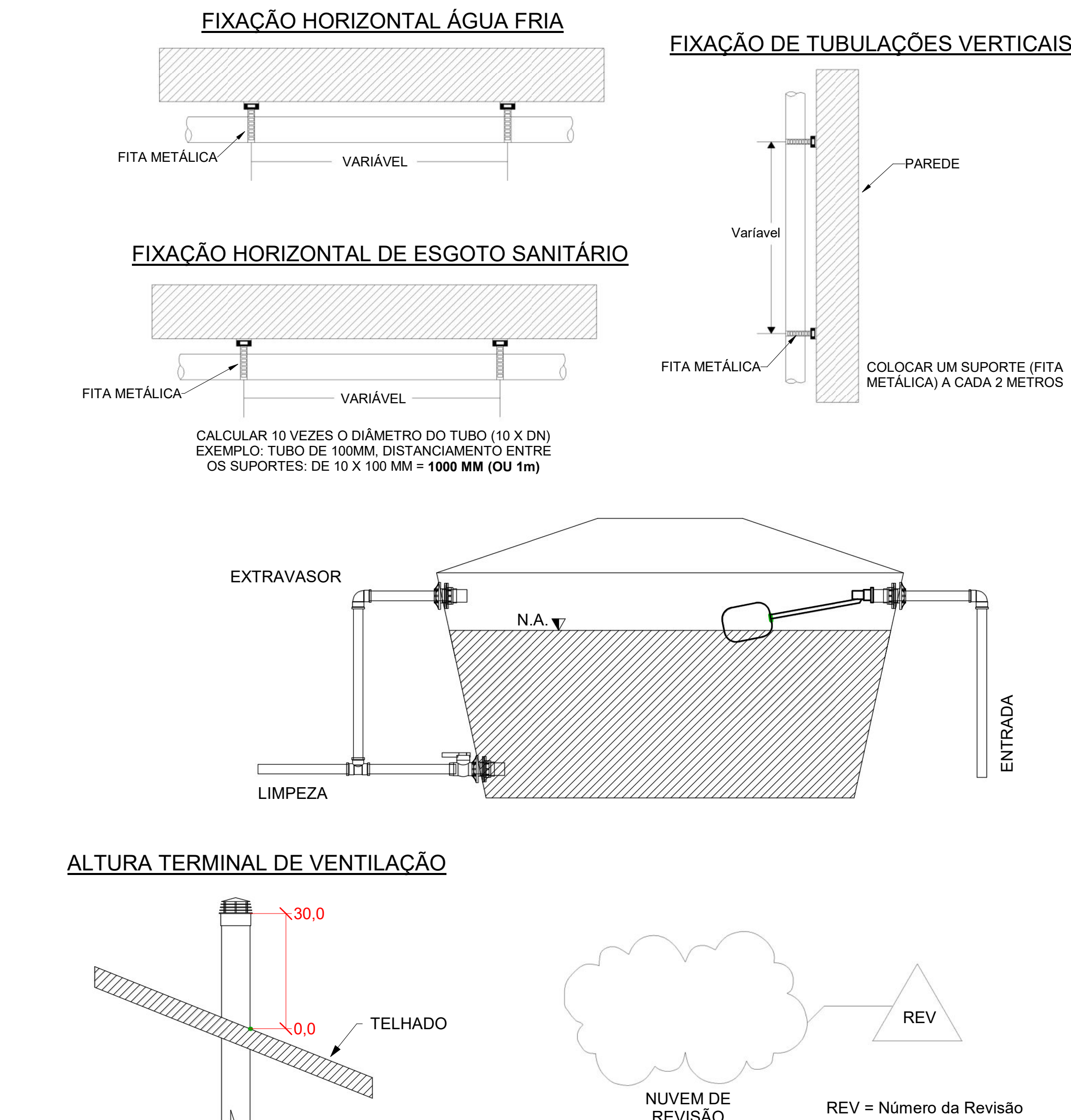
AC	- AR CONDICIONADO
A.S.	- ÁREA DE SERVIÇO
BS	- BACIA SANITÁRIA
CG	- CAIXA DE GORDURA
CH	- CHUVEIRO
CI	- CAIXA DE INSPEÇÃO
CS	- CAIXA SIFONADA
DU	- DUCHA HIGIÊNICA
HID	- HIDRÔMETRO
LV	- LAVATÓRIO
MLL	- MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS
MLR	- MÁQUINA DE LAVAR ROUPAS
RES	- RESERVATÓRIO
RG	- REGISTRO DE GAVETA
RP	- REGISTRO DE PRESSÃO
RS	- RALO SECO
TJ	- TORNEIRA DE JARDIM
TN	- TANQUE

NOTAS:

- PARA LECTURA DOS DESENHOS CONSIDERAR COTAS EM CENTÍMETROS.
- OS DESENHOS APRESENTADOS NESTE DOCUMENTO FAZEM PARTE DE UM PROJETO GLOBAL, NÃO PODENDO SER ANALIZADOS ISOLADAMENTE.
- A ESTABILIDADE E O PERFEITO FUNCIONAMENTO DOS SISTEMAS PROJETADOS SÃO DE INTEIRA RESPONSABILIDADE DOS SEUS EXECUTORES.
- NOS TRECHOS HORIZONTAIS DAS TUBULAÇÕES DE ESGOTO SANITÁRIO RECOMENDAM-SE AS SEQUENTES DECLIVIDADES MÍNIMAS:  
-2% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO NOMINAL IGUAL OU SUPERIOR A 75mm;  
-1% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO NOMINAL IGUAL OU SUPERIOR A 100mm.
- UTILIZAR ANISIS DE BORRACHA NAS CONEXÕES DE ESGOTO.
- UTILIZAR ESPACAMENTO MÁXIMO INDICADO EM DETALHES.
- PROIBIDO UTILIZAR FOGO NAS TUBULAÇÕES.
- OS TERMINAIS DE VENTILAÇÃO DOS TUBOS DE VENTILAÇÃO DEVERÃO PASSAR 30CM ACIMA DO TELHADO.
- TODAS AS TUBULAÇÕES EXPOSTAS DEVERÃO SER FIXADAS COM BRACADEIRA ESPACAMENTO MÁXIMO INDICADO EM DETALHES.
- A BASE DO RESERVATÓRIO DEVERÁ TER UMA SUPERFÍCIE LISA, NIVELADA E ISENTA DE SUJEIRA OU MATERIAIS PONTIAGUADOS.
- PROJETO EXECUTADO CONFORME NBR 6160, NBR 10844, E NBR 5626.

TAO	DESCRIÇÃO	QTDE
2219	CAP 50MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	2
2592	ADAPTADOR SOLDÁVEL CURTO P/ REGISTRO 25MMX3/4", PVC MARROM	5
2698	BUCHA DE REDUÇÃO LONGA 50X40MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	1
3353	TE SOLDÁVEL 25MM, PVC MARROM, ÁGUA FRIA	8
3354	LUVA SOLDÁVEL 25MM, PVC MARROM, ÁGUA FRIA	6
3363	JOELHO 90° SOLDÁVEL 25MM, PVC MARROM, ÁGUA FRIA	13
3364	JOELHO 90° SOLDÁVEL 40MM, PVC MARROM, ÁGUA FRIA	2
3369	JOELHO 45° SOLDÁVEL 25MM, PVC MARROM, ÁGUA FRIA	11
3380	LUVA SIMPLES 40MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	1
3381	JOELHO 90° 40MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	1
3382	JOELHO 45° 40MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	2
3384	JOELHO 45° 50MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	3
3385	LUVA SIMPLES 50MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	5
3385	LUVA SIMPLES 50MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	11
3386	LUVA SIMPLES 100MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	2
3387	JUNÇÃO SIMPLES 100X50MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	2
3415	JOELHO 90° 50MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	4
3441	PLUG ROSCÁVEL 1/2", PVC BRANCO, ÁGUA FRIA	5
3443	ANEL DE VEDAÇÃO 100MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	5
6284	REGISTRO GAVETA 3/4 DRYWALL, DCOOL	2
6655	TE SOLDÁVEL 40MM, PVC MARROM, ÁGUA FRIA	1
6660	PLUG ROSCÁVEL 3/4", PVC BRANCO, ÁGUA FRIA	1
6664	LUVA DE CORRER 40MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	1
6667	TERMINAL DE VENTILAÇÃO 50MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	1
7230	ADAPTADOR SOLDÁVEL COM BUCHA DE LATÃO 25MMX1/2", ÁGUA FRIA	1
7283	ANEL DE VEDAÇÃO 50MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	34
7283	ANEL DE VEDAÇÃO 50MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	1
7377	JUNÇÃO SIMPLES 50X30MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	1
7890	GRELHA QUADRADA 100MM PVC BRANCO	1
7914	PORTA GRELHA QUADRADO P/ GRELHA QUADRADA 100MM PVC BRANCO	1
7917	PROLONGADOR DE LATÃO MÉDIO 3.8CM 1/2"	1
7941	REGISTRO DE PRESSÃO DCOOL DRYWALL 3/4"	1
8525	TE PARA ESGOTO 50X50MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	1
9312	ANEL DE VEDAÇÃO 40MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	2
9367	ADAPTADOR PARA MÁQUINA DE LAVAR ROUPA 40MM	1
9421	CARENAGEM ASTRA CAP/191E	1
9553	CURVA 90° CURTA 40MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	1
9554	CURVA 90° CURTA 50MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	3
9555	CURVA 90° CURTA 100MM, ESGOTO SÉRIE NORMAL	1
9565	ANEL DE VEDAÇÃO COM GUIA PARA VASO SANITÁRIO 100MM	1
9640	ADAPTADOR SOLDÁVEL COM ANEL PARA CAIXA D'ÁGUA COM REGISTRO 25MM	1
9644	TORNEIRA DE BOIA 3/4"	1
9717	ADAPTADOR PARA CAIXA D'ÁGUA SOLDÁVEL COM ANEL E FLANGE 25MM	5
9718	ADAPTADOR PARA CAIXA D'ÁGUA SOLDÁVEL COM ANEL E FLANGE 40MM	1
10117	REGISTRO ESFERA VS COMPACTO SOLDÁVEL 25MM	3
10400	CURVA 90° SOLDÁVEL 25MM, PVC MARROM, ÁGUA FRIA	4
10445	CORPO CAIXA SIFONADA 100X100X50MM COM 3 ENTRADAS	1
10780	ADAPTADOR SOLDÁVEL COM ANEL PARA CAIXA D'ÁGUA COM REGISTRO 40MM	1
11147	LUVA SOLDÁVEL COM BUCHA DE LATÃO 25MMX1/2", ÁGUA FRIA	9
11158	LUVA SOLDÁVEL COM BUCHA DE LATÃO 25MMX3/4", ÁGUA FRIA	1
11158	LUVA SOLDÁVEL COM BUCHA DE LATÃO 25MMX3/4", ÁGUA FRIA	3
11162	CAIXA D'ÁGUA POLIETILENO 500L	1
11800	UNIAO SOLDÁVEL 25MM, PVC MARROM, ÁGUA FRIA	2
13272	KIT DE CONEXÕES EM POLIPROPILENO PARA HIDRÔMETRO 3/4"	1
13545	TE 20X20X20MM, PEX MONOCAMADA	1
14784	CONECTOR MACHO CLIP/PEX 20MMX1/2", PEX MONOCAMADA	5
14789	CARENAGEM ASTRA CAR/23BE	1
14906	PRESSURIZADOR KOMECO TP80, 220V	1

TUBULAÇÃO HIDROSSANITÁRIA		QTDE
DESCRIÇÃO		
TUBO - ESGOTO - SÉRIE NORMAL 40MM/6M		0,56
TUBO - ESGOTO - SÉRIE NORMAL 50MM/6M		2,82
TUBO - ESGOTO - SÉRIE NORMAL 75MM/6M		0,03
TUBO - ESGOTO - SÉRIE NORMAL 100MM/6M		1,15
TUBO MARROM - ÁGUA FRIA - SOLDÁVEL - 25 MM/6M		3,01
TUBO MARROM - ÁGUA FRIA - SOLDÁVEL - 40 MM/6M		0,41
TUBO PEX MONOCAMADA 20MM/6M		11,57



ALTURAS PONTOS HIDRÁULICOS:		CONTROLE DE REVISÕES	
PONTO	ALTURA (CM)	REV	DATA
BS - BACIA SANITÁRIA	20	1	09/01/2023
CH - CHUVEIRO	210		
LV - LAVATÓRIO	60		
MLR - MÁQUINA DE LAVAR ROUPAS	90		
PC - PIA DE COZINHA	60		
RG - REGISTRO DE GAVETA	180		
RP - REGISTRO DE PRESSÃO	120		
TN - TANQUE	110		

PONTO	ALTURA (CM)
LV - LAVATÓRIO	50
MLR - MÁQUINA DE LAVAR ROUPAS	90
PC - PIA DE COZINHA	50
TN - TANQUE	50

REV	DATA	DESCRIÇÃO	REVISADO	APROVADO
1	09/01/2023	Ateração de modelo	Fernanda D.	Lariti C.

PROJETO: MTO\_10 - PD250.cX.ISO

PROFESSOR: Tecverde Engenharia S/A  
DATA: 09/01/2023  
PROJETO: Tecverde Engenharia S/A  
ARQUITETO: Arq. Pedro Vinícius Moreira  
CALIBRE: A64801-6  
REVISÃO: 01

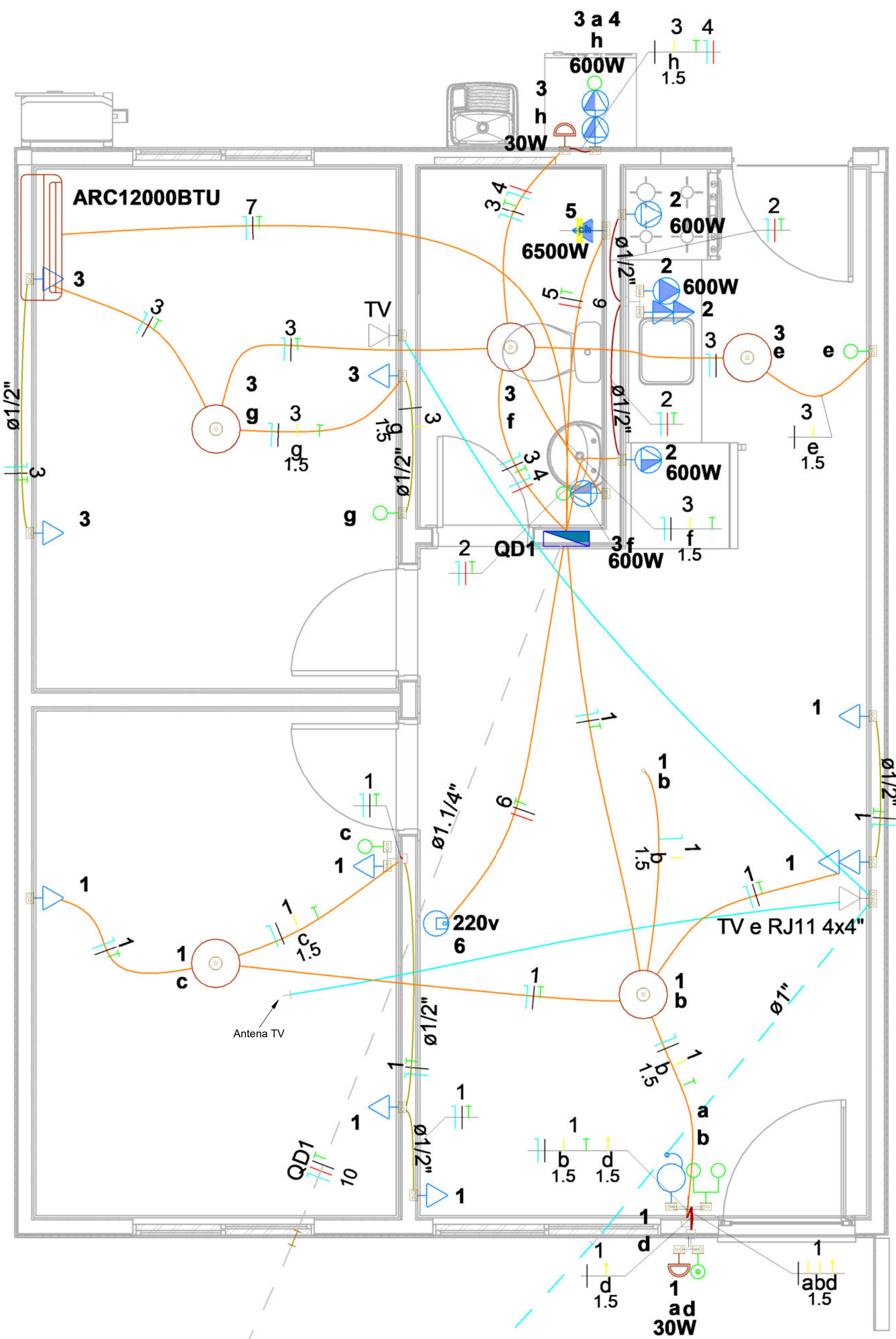
REV = Número da Revisão

**TECVERDE**  
Rua Pedro de Alcântara Mota, 1195 Anápolis-PR 83.704-530  
Fone: (41) 3521-4155 | www.tecverde.com.br

**TERREO E COBERTURA**

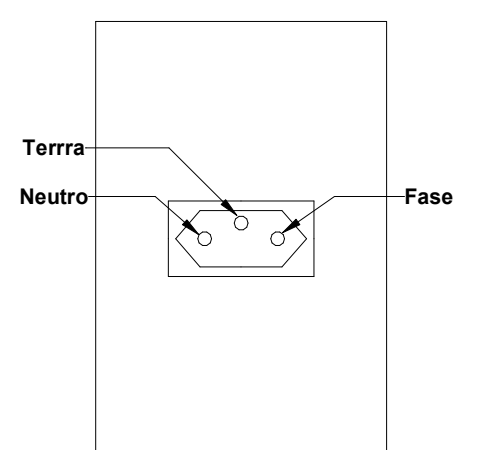
ESCALA: Como Indicado DATA: 09/01/2023  
PROJETO: 15:39:08  
**HIS EX 01** .01





**Quadro de Cargas (QD1) - TÉRREO**

Circuito	Descrição	Método de inst.	Tensão (V)	Iluminação (W)						Tomadas (W)						Pot. total (VA)	Pot. total (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	FCT	FCA	In' (A)	Ip (A)	Seção (mm²)	Ic (A)	Dij (mm)
				30	60	100	0	100	160	600	1100	6500	0	100	160												
1	Ilum + TUGs sala e Q1	B1	127 V	1	1	2	1	7							1068	990	S										
2	Tomadas Cozinha	B1	127 V												2111	1900	R	1900	990	1,00	1,00	8,4	8,4	2,5	24,0	10	
3	Ilum + TUGs Q2, BWC	B1	127 V	1		3		3						1330	1230	S			1,00	1,00	10,5	10,5	2,5	24,0	20		
4	Tomadas Lavanderia	B1	127 V											667	600	R	600	3250	1,00	1,00	5,2	5,2	2,5	24,0	10		
5	Chuveiro	B1	220 V										1	6500	6500	R+S	3250	3250	1,00	1,00	29,5	29,5	6	41,0	40		
6	Pressurizador	B1	220 V							1				178	160	R+S	80	80	1,00	1,00	0,8	0,8	2,5	24,0	10		
7	AC	B1	127 V										1	1222	1100	S			1,00	1,00	9,6	9,6	2,5	24,0	10		
8	Reserva	B1	127 V											0	0	R			1,00	1,00	0,0	0,0	1,5	17,5	10		
9	Reserva	B1	127 V											0	0	S			1,00	1,00	0,0	0,0	1,5	17,5	10		
10	Reserva	B1	127 V											0	0	R			1,00	1,00	0,0	0,0	1,5	17,5	10		
TOTAL				2	1	5	1	11	1	5	1	1		13076	12480	R+S	5830	6650									

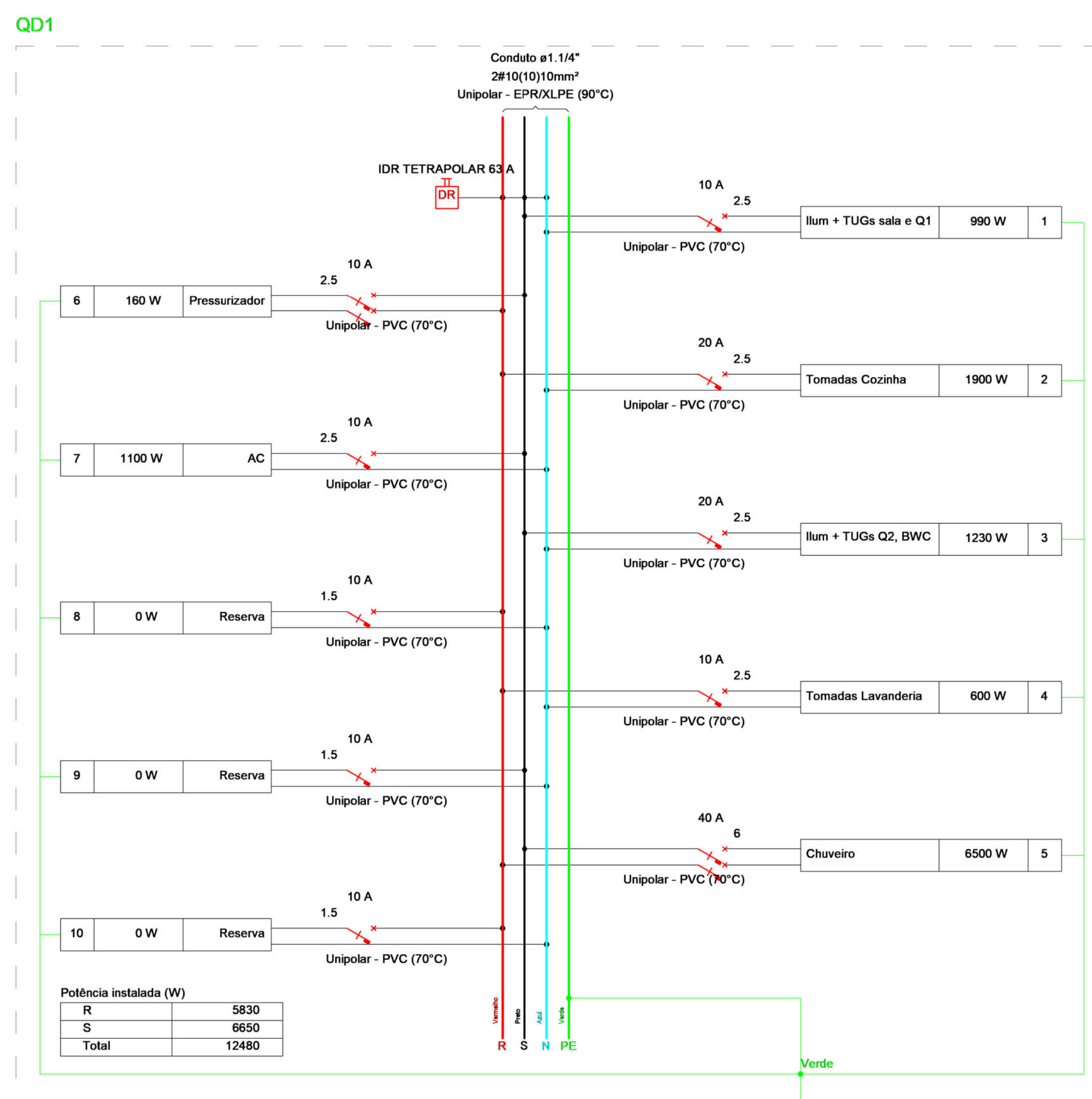


**DETALHE DE POLARIDADE PARA TOMADA 2P+T UNIVERSAL**

- Fazer conexão dos cabos nos módulos de tomada conforme detalhe acima para evitar danos nos eletrodomésticos;
- Recomenda-se a utilização de emendas de derivação, de preferência com conector específico, ao invés de utilizar o borne dos módulos para cabos passantes ou conexão de tomadas duplas;
- Instalar módulos de padrão 20A apenas nos pontos especificados (ver legenda) em planta-baixa;
- Demais tomadas instalar módulos padrão 10A.

**Quadro de Demanda (QD1) - TÉRREO**

Tipo de carga	Potência instalada (kVA)	Fator de demanda (%)	Demanda (kVA)
AC - (Residencial igual a 1)	1,22	100,00	1,22
Tabela 3 - Fatores de demanda referentes a tomadas e iluminação residencial	2,58	66,00	1,70
Tabela 4 - Fatores de demanda de chuveiros, torneiras, aquecedores de água de passagem e ferros elétricos	6,50	100,00	6,50
Tabela 6 - Fatores de demanda de secadora de roupa, forno elétrico, máquina de lavar louça e forno micro-ondas	2,78	60,00	1,67
TOTAL			11,09



**Potência instalada (W)**

R	5830
S	6650
Total	12480

**NOTAS ESPECÍFICAS**

- ESTE PROJETO FOI ELABORADO CONFORME NBR5410:2004, CPFL GED-13 V2.24/SET-20 E NORMA DE DESEMPENHO;
- A EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DEVERÁ SEGUIR OS PADRÕES DE QUALIDADE E SEGURANÇA ESTABELECIDOS NA NBR 5410:2004 (ABNT) E NR-10 (MTE);
- O PROJETISTA NÃO SE RESPONSABILIZARÁ POR EVENTUAIS ALTERAÇÕES DURANTE E APÓS A SUA EXECUÇÃO SEM PRÉVIA CONSULTA E APROVAÇÃO;
- CORES DOS CABOS: FASE (A): VERMELHO, FASE (B): PRETO, FASE (C): BRANCO, RETORNO/PARALELO: AMARELO, NEUTRO: AZUL, TERRA: VERDE;
- CIRCUITOS DE AR-CONDICIONADOS ENTREGUES APENAS COM INFRA-ESTRUTURA SECA AO CLIENTE. CONTUDO, QUANDO OCORRER A INSTALAÇÃO DO EQUIPAMENTO ESTE DEVERÁ SEGUIR OS ESQUEMAS DESTE PROJETO.
- AS ESPECIFICAÇÕES DO CENTRO DE MEDIÇÃO SÃO ENCONTRADAS NO PROJETO ELÉTRICO DE INFRAESTRUTURA APROVADO PELA CONCESSIONÁRIA COPEL;
- É VEDADA QUALQUER ALTERAÇÃO DOS RAMAIS DE ALIMENTAÇÃO PADRÃO DE ENTRADA SEM AUTORIZAÇÃO DO PROJETISTA E DA CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA LOCAL.

**NOTAS QUADRO DE MEDIÇÃO (CPFL):**

- CABAMENTO DE ENTRADA COM ISOLAÇÃO EPR/XLPE E OBRIGATORIO A SUA IDENTIFICAÇÃO JUNTO AOS CONDUTORES DENTRO DA CAIXA DO MEDIDOR ATRAVÉS DE ETIQUETA INDELEVEL. NA ETIQUETA DEVE CONSTAR "CONDUTOR EPR/XLPE90°";
- DEIXAR 500MM DE SOBRA DOS CABOS DENTRO DO QUADRO MEDIDOR;
- APLICAR ESPUMA EXPANSIVA DE POLIURETANO NA ENTRADA DOS CABOS NO ELETRODUTO DO RAMAL DE ENTRADA.

**ADVERTÊNCIA QDG - NBR 5410:2004**

- QUANDO UM DISJUNTOR OU FUSÍVEL ATUA, DESLIGANDO ALGUM CIRCUITO OU A INSTALAÇÃO INTEIRA, A CAUSA PODE SER UMA SOBRECARGA OU UM CURTO-CIRCUITO. DESLIGAMENTOS FREQUENTES SÃO SINAIS DE SOBRECARGA. POR ISSO, NUNCA TROQUE SEUS DISJUNTORES OU FUSÍVEIS POR OUTROS DE MAIOR CORRENTE (MAIOR AMPERAGEM), SIMPLEMENTE, COMO REGRA, A TROCA DE UM DISJUNTOR OU FUSÍVEL POR OUTRO DE MAIOR CORRENTE REQUER, ANTES, A TROCA DOS FIOS E CABOS ELÉTRICOS POR OUTROS DE MAIOR SEÇÃO (BITOLA).
- DA MESMA FORMA, NUNCA DESATIVE OU REMOVA A CHAVE AUTOMÁTICA DE PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS (DISPOSITIVOS DR), MESMO EM CASO DE DESLIGAMENTOS SEM CAUSA APARENTE, SE OS DESLIGAMENTOS FOREM FREQUENTES E, PRINCIPALMENTE, SE AS TENTATIVAS DE RELIGAR A CHAVE NÃO TIVEREM ÊXITO. ISSO SIGNIFICA, MUITO PROVAVELMENTE, QUE A INSTALAÇÃO ELÉTRICA APRESENTA ANOMALIAS INTERNAS, QUE SÓ PODEM SER IDENTIFICADAS E CORRIGIDAS POR PROFISSIONAIS QUALIFICADOS. A DESATIVAÇÃO OU REMOÇÃO DA CHAVE SIGNIFICA A ELIMINAÇÃO DE MEDIDA PROTETORA CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS E RISCO DE VIDA PARA OS USUÁRIOS DA INSTALAÇÃO.

**NOTAS DE PROJETO**

- OS CONDUTORES DE ALIMENTAÇÃO DOS ODC S INSTALADOS EM ELETRODUTOS SUBTERRÂNEOS DEVEM SER DE CLASSE 0 Ø1/4", ISOLAÇÃO EM EPR/XLPE (90°C); OS CONDUTORES ELÉTRICOS DENTRO DE PAREDES E FÓRRO DEVEM SER DE COBRE, CLASSE 450/750V, ISOLAÇÃO EM PVC (70°C);
- ELETRODUTOS NÃO IDENTIFICADOS SERÃO DE Ø3/4";
- AS SEÇÕES DOS ELETRODUTOS INDICADAS EQUIVALEM AO SEUS DIÂMETROS INTERNOS, SEÇÃO ÚTIL.
- CABOS DE ILUMINAÇÃO NÃO IDENTIFICADOS SERÃO DE #1,5mm²;
- CABOS DE TOMADA NÃO IDENTIFICADOS SERÃO DE #2,5mm²;
- POTÊNCIAS DE TOMADAS NÃO COTADAS: 100W;
- A INDICAÇÃO DE POTÊNCIA NOS PONTOS DE LUZ SÃO OS VALORES CALCULADOS PARA DIMENSIONAMENTO DOS CIRCUITOS CONFORME PRESCRIÇÕES DA NBR 5410:2004, NÃO NECESSARIAMENTE CORRESPONDEM AO VALOR EXATO DAS LÂMPADAS A SEREM INSTALADAS;
- RECOMENDA-SE UTILIZAR CHUVEIROS COM RESISTÊNCIA BLINDADA, PARA EVITAR O DESLIGAMENTO INCORRETO DO INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL (IDR);
- O ELETRODUTO DEVERÁ SER CORRUGADO AMARELO QUANDO INSTALADO NA PAREDES/PISO DAS CASAS, CORRUGADO REFORÇADO LARANJA QUANDO INSTALADO NA LAJE DE FUNDAÇÃO OU SUBTERRÂNEO; FLEXÍVEL CORRUGADO PEAD QUANDO FOR SUBTERRÂNEO;
- EVITAR CURVAS AGUDAS NOS DESVIOS DOS ELETRODUTOS DA FUNDAÇÃO, DE FORMA QUE NÃO TENHA REDUÇÃO DA SEÇÃO, MANTENDO O CAMINHAMENTO O MAIS RETILÍNEO POSSÍVEL;
- DEVERÁ SER FIXADO NOTA DE ADVERTÊNCIA NA TAMPA DE TODOS OS QUADROS DE CARGAS, CONFORME NBR 5410:2004;
- OS DISJUNTORES DEVERÃO SER IDENTIFICADOS NOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO, COM OS LOCAIS DE ATUAÇÃO DE CADA CIRCUITO;
- O EQUILÍBRIO DE FASES DEVERÁ SER SEGUIDO PARA EVITAR O DESARME CONSTANTE DOS DISJUNTORES;
- ATERRAR OS SUPRESSORES DE SURTOS (DPS) DIRETAMENTE À BARRA DE TERRA;
- UTILIZAR BARRAMENTOS DE COBRE ELÉTRICO TÍPICO NO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO PARA EQUILÍBRIO DE FASES, LIGAÇÃO DE NEUTRO E TERRA;
- OS RAMAIS ALIMENTADORES NÃO PODERÃO TER EMENDAS;
- PARA O PADRÃO DE ENTRADA, ADQUIRIR CAIXAS DE MEDIÇÃO, DISJUNTORES E POSTE DE FABRICANTE CADASTRADO NA CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA LOCAL.

**Legenda - TÉRREO**

- (h=0,40m do piso) - 01 Tomada 10A
- (h=0,40m do piso) - 01 Tomada 20A 600W
- (h=0,40m do piso) - 02 tomadas 10A
- (h=0,80m do piso) - Quadro de Distribuição 12/16
- (h=1,20m do piso) - 01 Tomada 20A 600W
- (h=1,20m do piso) - 02 tomadas 10A
- (h=1,20m do piso) - Interruptor simples + Tomada 20A 600W
- (h=1,20m do piso) - Interruptor simples 1 tecla
- (h=1,20m do piso) - Interruptor simples 2 teclas
- (h=1,20m do piso) - Interruptores simples e Tomadas 20A 600W
- (h=1,20m do piso) - Pulsador de campanha 1 tecla
- (h=2,00m do piso) - Ponto de luz arandela
- (h=2,20m do piso) - 01 Tomada 20A 600W
- (h=2,20m do piso) - Cigarra
- (h=2,25m do piso) - Ponto Chuveiro elétrico, placa com furo, caixa 4x2" horizontal
- (h=2,40m do piso) - Ponto Ar Condicionado Split (indicação ARC12000BTU)
- (no forro) - Ponto de luz
- (no forro) - Ponto de luz direto
- Caixa de passagem no piso 300x300x450mm
- Pressurizador 160W - Tomada 10A (220v)
- Quadro de medição
- (h=0,40m do piso) - Ponto TV, placa cf furo
- (h=0,40m do piso) - caixa 4x4" TV + Telefone

**LEGENDA DIAGRAMAS UNIFILARES**

- Disjuntor Termomagnético Monopolar
- Disjuntor Termomagnético Bipolar
- Disjuntor Termomagnético Tripolar
- Condutores Neutro, Fase, Terra, respectivamente
- DPS-Dispositivo de proteção contra surtos
- IDR-Interruptor Diferencial Residual (Imax=30mA)
- Medidor de Energia

**CONTROLE DE REVISÕES**

REV	DATA	DESCRIÇÃO	REVISADO	APROVADO
00	12/01/2023	Emissão inicial	Felipe P.	Larrê C.

**TECVERDE**

**Tecverde Engenharia S/A**

Rua Pedro de Alcântara Meira, 1195 Araucária-PR 83.704-530  
 Telefone: (41) 3607-4146 - site: www.tecverde.com.br

**Projeto elétrico e telecom e diagrama**

**ELE-EX 01**