



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Lucas Franco Maia

Elaboração de detalhes para painéis modulares de um Posto Guarda Vidas desmontável
projetado em *Light Wood Framing*

Florianópolis
2019

Lucas Franco Maia

Elaboração de detalhes para painéis modulares de um Posto Guarda Vidas desmontável
projetado em *Light Wood Framing*

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em
Engenharia Civil do Centro Tecnológicas da
Universidade Federal de Santa Catarina como
requisito para a obtenção do Título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Ângela do Valle

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Maia, Lucas Franco

Elaboração de detalhes para painéis modulares de um
Posto Guarda Vidas desmontável projetado em Light Wood
Framing / Lucas Franco Maia ; orientador, Ângela do
Valle, 2019.

134 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Light Wood Framing. 3. Painéis
Modulares. 4. Estrutura Desmontável. I. Valle, Ângela do
. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Engenharia Civil. III. Título.

Lucas Franco Maia

Elaboração de detalhes para painéis modulares de um Posto Guarda Vidas desmontável projetado em *Light Wood Framing*

O presente trabalho em nível de graduação foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.^a Poliana Dias de Moraes, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Luciana da Rosa Espíndola, Dra.
Instituto Federal de Educação de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Prof. Luciana Rohde Dra.
Coordenador do Curso

Prof.^a Ângela do Valle, Dra.
Orientadora

Florianópolis, 05 de dezembro de 2019.

Este trabalho é dedicado aos meus pais e à minha namorada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus por tudo que tenho, depois a meus pais pela orientação e pelo suporte durante toda a minha vida, aos meus amigos sempre presentes, à minha professora e orientadora Professora Ângela do Valle por me ajudar neste trabalho independente do dia e das adversidades e uma menção especial à minha namorada Annie por estar sempre ao meu lado e por me ajudar incontáveis vezes com sugestões, desenhos, representações e tabelas neste projeto.

RESUMO

O projeto arquitetônico de uma edificação é desenvolvido com base na elaboração de um programa de necessidades, que deve estar evidente durante todas as etapas do projeto, a fim de atender todos os requisitos solicitados. Do mesmo modo, a comunicação entre o projeto arquitetônico e as demais disciplinas de projeto, como a estrutural, deve estar presente desde sua concepção. O desenvolvimento do projeto arquitetônico de forma isolada pode afetar sua exequibilidade. O objetivo deste trabalho é verificar a adequação de um estudo preliminar arquitetônico ao programa de necessidades e ao sistema construtivo utilizado, objetivando desenvolver um projeto arquitetônico viável. O trabalho será feito com base no estudo de caso do Posto de Guarda Vidas da Polícia Militar de Santa Catarina, construído no sistema *Light Wood Framing* com adaptações construtivas de forma a permitir que a edificação seja desmontável. Será feita a revisão do programa de necessidades do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina e do estudo preliminar arquitetônico já existentes, levando em consideração as soluções técnico construtivas e as demandas do cliente. Obtendo-se detalhes para painéis modulares desmontáveis para um posto Guarda Vidas (PGV) no sistema *Light Wood Framing*, de forma a viabilizar o desenvolvimento do Projeto Arquitetônico (PA).

Palavras-chave: *Light Wood Framing*; Painéis Modulares; Estrutura Desmontável.

ABSTRACT

The architectural design of a building is developed based on the creation of the needs program, which must be evident during all stages of the project in order to accomplish all the requirements. Similarly, communication between architectural design and other design disciplines, such as structural, must be present since its beginning. Developing the architectural project as an isolated manner may affect its development. The objective of this work is to verify the adequacy of an architectural project to the needs program and the building system used, aiming to develop an architectural project. The work will be based on the case study of the Military Fire Brigade of Santa Catarina's Lifeguard Station (PGV), built in the Light Wood Framing (LWF) system with constructive adaptations allowing the building to be disassembled. The needs program of the Santa Catarina Military Fire Brigade and the existing draft project will be reviewed, taking into account the constructive technical solutions and customer demands. Obtaining details for demountable modular panels for a Life Guard Station (PGV) in the Light Wood Framing system, in order to enable the development of the Architectural Project (PA).

Keywords: Light Wood Framing; Modular panels; Disassembled structure.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Episódio de vandalismo com PGV	18
Figura 2 – PGV tombado devido a intempéries.	18
Figura 3 – Diagrama de etapas do processo de projeto arquitetônico.	21
Figura 4 – Processo de desenvolvimento de projeto simultâneo.	23
Figura 5 – Nomenclatura dos elementos do quadro estrutural.	25
Figura 6 – Formas de ligação de elementos de madeira por pregos.	26
Figura 7 – Exemplo de composição de painel parede típico no sistema LWF.	27
Figura 8 – Elementos do quadro estrutural do entrepiso.	28
Figura 9 – Ligação de painéis perpendiculares.	29
Figura 10 – Ligação dos painéis paredes ao painel de entrepiso.	29
Figura 11 – Arruela em aço inoxidável.	34
Figura 12 – Barra roscada em aço inoxidável.	34
Figura 13 – Porcas em aço inoxidável.	34
Figura 14 – Porcas em aço inoxidável.	35
Figura 15 – Parafuso de cabeça hexagonal em aço inoxidável.	35
Figura 16 – Fluxograma de processos de desenvolvimento do trabalho.	50
Figura 17 – Vista em perspectiva das fachadas lateral e lateral direita.	59
Figura 18 – Vista em perspectiva das fachadas traseira e lateral direita.	59
Figura 19 – Planta baixa do estudo preliminar arquitetônico do posto guarda vidas.	60
Figura 20 – Planta baixa do estudo preliminar arquitetônico original (dimensões em cm).	64
Figura 21 – Planta baixa da 1ª proposta de alteração (dimensões em cm).	64
Figura 22 - Planta baixa da 2ª proposta de alteração (dimensões em cm).	65
Figura 23 – Conexão descartada.	70
Figura 24 – Conexão adotada	70
Figura 25 – Planta baixa proposta após modificações nas ligações do painel frontal.	70
Figura 26 - Planta alta (cota a 2,2 m) proposta após modificações nas ligações do painel frontal.	71
Figura 27 – Vista Isométrica explodida do PGV.	72
Figura 28 - Vista isométrica e localização do painel P1A.	73
Figura 29 – Vista isométrica e localização do painel P1B.	73
Figura 30 – Vista isométrica e localização do painel P2A.	74
Figura 31 – Vista isométrica e localização do painel P2B.	74

Figura 32 – Vista isométrica e localização do painel P3.....	75
Figura 33 – Vista isométrica e localização do painel P4.....	75
Figura 34 – Vista isométrica e localização do painel P5A.....	76
Figura 35 – Vista isométrica e localização do painel P1B.....	76
Figura 36 – Vista isométrica e localização do painel P6.....	77
Figura 37 - Vista isométrica explodida.....	78
Figura 38 – Painéis do entrepiso P1A e P1B.....	80
Figura 39 – Duplicação de montantes e disposição de perfis de ligação no painel P2A.....	82
Figura 40 – Janela de acesso para ligação entre painéis.....	84
Figura 41 – Representação do ponto de vista externo da ligação entre painel parede e painel do entrepiso	85
Figura 42 – Representação da chapa de ligação externa entre painel P2B, painel P1A e painel P1B.	86
Figura 43 – Representação da cantoneira de reforço de ligação entre painéis do entrepiso. ...	86
Figura 44 – Ligações entre pilar externo e painel parede P2B e entre pilar externo e painel entrepiso P1B.....	88
Figura 45 – Execução da Fundação.....	90
Figura 46 - Fixação dos pilares externos à fundação.....	90
Figura 47 - Fixação dos painéis de entrepiso (P1A e P1B) nos pilares externos.	91
Figura 48 - Fixação dos painéis parede (P2A e P2B).....	91
Figura 49 - Fixação do painel parede (P3).	92
Figura 50 - Fixação do painel parede (P4).	92
Figura 51 - Fixação dos pilares da varanda.	93
Figura 52 - Fixação dos painéis parede (P5A e P5B).....	93
Figura 53 - Fixação dos painéis parede (P6).	94
Figura 54 - Fixação das terças.	94
Figura 55 - Fixação das telhas metálicas.....	95
Figura 56 - Fixação do rufo metálico.	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Espessuras de chapas de OSB.	31
Quadro 2 – Espessuras e medidas nominais de chapas de compensado naval.....	32
Quadro 3 – Parafusos utilizados para a fixação de chapas cimentícias.....	33
Quadro 4 – Classes de resistência das coníferas.....	37
Quadro 5 – Especificação mínima do material contra a oxidação vermelha dos fixadores	41
Quadro 6 – Dimensões de containers comercializados.	47
Quadro 7 – Compilação do programa de necessidades.	56
Quadro 8 – Comparativo de custos de materiais de revestimento.....	65
Quadro 9 – Compilação do programa de necessidades, com base no Quadro 7.....	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Seções de elementos de madeira serrada de Pinus tratada.	30
Tabela 2 – Tamanhos comerciais de pregos anelados galvanizados.	31
Tabela 3 – Placas cimentícias.....	33
Tabela 4 - Requisitos mínimos para membranas hidrófugas.....	39
Tabela 5 - Requisitos mínimos para painel de OSB.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBMSC – Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CLT – Consolidação das Leis Trabalhistas

CAD - Computer Aided Design

ELS – Estado Limite de Serviço

ELU – Estado Limite Ultimo

GIEM – Grupo Interdisciplinar de Estudos da Madeira

IR – Instrução Normativa

LWF – *Light Wood Framing*

MLC – Madeira Laminada Colada

OSB - Oriented Strand Board

PGV – Posto Guarda Vidas

PN – Projeto de Norma

PósARQ – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	MOTIVAÇÃO.....	17
1.2	PROBLEMA DO TRABALHO.....	18
1.3	OBJETIVOS.....	20
1.3.1	Objetivo Geral	20
1.3.2	Objetivos Específicos.....	20
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1	DESENVOLVIMENTO DE PROJETO ARQUITETÔNICO	21
2.2	PROGRAMA DE NECESSIDADES	22
2.3	PROJETO SIMULTÂNEO.....	22
2.4	ANTEPROJETO DO PRODUTO.....	23
3	DESCRIÇÃO DO SISTEMA <i>LIGHT WOOD FRAMING</i> (LWF).....	24
3.1	COMPONENTES CONSTITUINTES	24
3.2	INTERFACES ENTRE PAINÉIS.....	28
3.3	CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS.....	30
3.3.1	Madeira serrada	30
3.3.2	Chapas de OSB e pregos para fixação.....	30
3.3.3	Chapas de compensado naval.....	32
3.3.4	Placas cimentícias	32
3.3.5	Elementos metálicos de ligação	33
4	EXIGÊNCIAS TÉCNICAS	36
4.1	PROJETO DE ESTRUTURAS DE MADEIRA, NBR 7190:1997	36
4.1.1	Generalidades:	36
4.1.2	Ações:.....	36
4.1.3	Propriedades da Madeira:	37
4.1.4	Ligações:.....	37

4.1.5	Disposições Construtivas:	38
4.2	PROJETO DE NORMA ABNT PN CE - 02.126.011-001/2 - EDIFICAÇÕES EM LIGHT WOOD FRAMING	38
4.2.1	Requisitos gerais	39
4.2.2	Projeto e execução	41
4.2.3	Disposições construtivas	42
4.2.4	Áreas molháveis e impermeabilização	42
4.3	DATec N° 020-C - SISTEMA ESTRUTURADO EM PEÇAS LEVES DE MADEIRA MACIÇA SERRADA:	43
4.3.1	Apresentação	43
4.3.2	Estanqueidade à água	43
4.3.3	Desempenho estrutural:	44
4.3.4	Proteção ao fogo e à corrosão	45
4.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE AS EXIGÊNCIAS TÉCNICAS	45
4.5	CÓDIGO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO DE SANTA CATARINA: ...	46
4.6	DIMENSÕES DE UM CONTAINER:	46
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	48
6	DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA DE NECESSIDADES DO CBMSC	
	51	
6.1	BRIEFING	51
6.2	REVISÃO DO PROGRAMA DE NECESSIDADES	52
6.2.1	Informações da reunião com representante do CBMSC	53
6.2.2	Delimitação dos requisitos	54
6.3	RESUMO DO PROGRAMA DE NECESSIDADES	56
7	DESCRIÇÃO DO ESTUDO PRELIMINAR ARQUITETÔNICO DO POSTO GUARDA VIDAS	57
8	ANÁLISE DO ESTUDO PRELIMINAR ARQUITETÔNICO TENDO EM VISTA O PROGRAMA DE NECESSIDADES	61
8.1	OBJETIVO	61

8.2	DETALHAMENTO DE LIGAÇÕES.....	61
8.3	DETALHAMENTO DE PAINÉIS	61
8.4	DETALHAMENTO DOS PILARES E FUNDAÇÕES	62
9	PROPOSTAS DE ADEQUAÇÃO DO ESTUDO PRELIMINAR.....	63
9.1	ALTERAÇÕES NAS DIMENSÕES EM PLANTA	63
9.2	ALTERAÇÕES NO REVESTIMENTO.....	65
9.3	ALTERAÇÕES NO TELHADO	66
9.4	MODIFICAÇÕES PROPOSTAS NOS PAINÉIS PAREDE	66
9.4.1	Dimensões.....	66
9.5	DETALHES CONSTRUTIVOS PARA O ANTEPROJETO ARQUITETÔNICO..	67
9.5.1	Ligações	67
9.5.2	Definição de materiais utilizados	67
9.5.3	Conexão com a fundação	68
10	DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE PROJETO DE ARQUITETURA:..	69
10.1	PLANTA BAIXA.....	69
10.2	DETALHAMENTO DOS PAINÉIS.....	71
10.2.1	Detalhamento dos painéis paredes.....	77
10.2.2	Detalhamento dos painéis de entepiso	79
10.3	DETALHAMENTO DE LIGAÇÕES.....	80
10.3.1	Ligações para a montagem dos painéis	80
10.3.2	Ligações entre painéis para a montagem da edificação.....	82
10.4	INSTRUÇÕES DE MONTAGEM	89
11	CONCLUSÃO	96
11.1	RESULTADOS	96
11.2	CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
11.3	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	98
12	REFERÊNCIAS	99
13	APÊNDICE A	103

14	APÊNDICE B	105
15	ANEXO A.....	106

1 INTRODUÇÃO

O sistema *Light Wood Framing* (LWF) é proveniente do sistema construtivo do tipo enxaimel utilizado durante idade média na Europa. O sistema enxaimel foi adaptado em 1833 e passou a ser vastamente utilizado nos Estados Unidos sob o nome de sistema balão, o qual teve a seção transversal de suas peças reduzida e passou a utilizar tábuas como fechamento da estrutura, o que garantia a rigidez estrutural necessária (ABDI, 2015).

Na década de 1920, o sistema balão foi substituído pelo sistema plataforma, que também utiliza peças de pequena seção, no entanto, estas são mais curtas, interrompidas pelo entrepiso. Isto possibilitou um melhor aproveitamento da madeira e facilitou a logística de montagem. Na década de 1960, os painéis de piso e de parede do sistema plataforma passaram a ser modulares e produzidos em fábricas, dando início à industrialização do setor (ABDI, 2015).

Desde então, o LWF é um sistema construtivo vastamente utilizado em países da América do Norte, Europa e Oceania. No entanto, o uso de LWF no Brasil ainda é pouco difundido, mas vem crescendo após o início da década de 2010 (ESPÍNDOLA, 2017). Gradativamente, empresas estão se especializando nesta tecnologia e adicionando o LWF aos seus portfólios (DE ARAÚJO et al., 2016). Em geral, elas estão motivadas pelas vantagens reconhecidas deste sistema nas aplicações internacionais.

Por exemplo, com métodos de construção industrializados, é possível reduzir custos com menos desperdícios de materiais e mais agilidade na produção na fábrica e no canteiro de obra. Nesse sentido, em entrevista para a revista Guia da Construção, a construtora Roberto Ferreira declarou ter economia de custo ao trocar o sistema construtivo de alvenaria para o LWF em uma execução de condomínio residencial. Segundo a construtora, nos padrões exigidos pelo programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), a unidade de repetição em LWF, em julho de 2013, foi orçada em R\$ 28.000,00 ao passo que uma unidade semelhante em alvenaria custaria à empresa R\$ 30.000,00. A construtora afirmou que os custos de materiais e de mão de obra são mais caros em comparação ao tradicional, no entanto, a velocidade da execução e o baixo índice de desperdícios são os responsáveis pela maior viabilidade do método construtivo (FERREIRA, 2013).

Além disso, o LWF pode ser considerado um sistema construtivo ecológico, pois utiliza principalmente a madeira em substituição à alvenaria ou às estruturas metálicas, promovendo redução da emissão de gases intensificadores do efeito estufa e utilizando uma matéria prima renovável. Os processos produtivos do cimento e do aço envolvem uso de fornalhas movidas a combustíveis fósseis e, no caso do cimento, há emissão direta de CO₂ liberado do calcário. A madeira utilizada na construção civil, não apenas demanda processos com menores emissões de gases para a atmosfera (CHADWICK et al., 2014), como também seu processo natural de crescimento incorpora carbono – CO₂ – da atmosfera em sua estrutura através da respiração celular. Este processo é chamado de sequestro de carbono (United States Department of Agriculture, 2016).

De forma complementar, o uso de edificações de madeira também demanda menor quantidade de energia para manutenção da temperatura interna. Devido à característica da madeira apresentar baixa condutividade térmica, tem-se que o desempenho das estruturas de madeira, quando comparado a estruturas de concreto com fechamento em alvenaria ou estruturas metálicas, é superior no quesito de isolamento térmico (WOODWORKS, 2004). Desta forma, é exigida menos energia para climatização artificial dos ambientes internos, valendo-se ressaltar que, por haver espaços vazios no interior da estrutura dos painéis, esses podem ser preenchidos por materiais isolantes térmicos e acústicos.

Com estas vantagens, há uma perspectiva de crescimento do setor de construção com LWF no Brasil (SOTSEK; SANTOS, 2018). Visando o crescimento desta demanda, desde 2019, um comitê da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) está elaborando o projeto de norma brasileira PN02.126.011-001/2 - Edificações em *Light Wood Framing*, que visa fornecer as diretrizes para sistemas construtivos LWF, abrangendo as condições de projeto e de execução no Brasil. No fim de 2019, há previsão de colocar o projeto de norma para consulta pública (FERREIRA, 2019).

Mas, enquanto essa norma não é publicada, as empresas brasileiras vêm executando o sistema com base na DATec N° 020-C, em literaturas e normas internacionais e em conhecimentos práticos adquiridos. Isso dificulta a disseminação do conhecimento técnico padronizado para o Brasil e as tomadas de decisão na especificação dos elementos constituintes em projetos arquitetônicos. E, conseqüentemente, a ausência ou erro de detalhes pode afetar a qualidade da execução e do produto.

Sendo assim, este trabalho tem como foco a elaboração de detalhes construtivos com o objetivo de contribuir para o anteprojeto arquitetônico. Destacam-se como principais desafios

para este trabalho o desenvolvimento de detalhes construtivos de ligações desmontáveis entre painéis de LWF e as soluções de modularização de acordo com a infraestrutura de armazenamento disponível do cliente.

1.1 MOTIVAÇÃO

O Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC) procurou o Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina (ECV-UFSC) em busca de consultoria para a construção de um Posto Guarda Vidas (PGV). O PGV será utilizado como ponto de observação para proteção de banhistas durante os meses mais movimentados do ano no litoral de Santa Catarina (tipicamente de dezembro do ano a março do ano seguinte). A iniciativa é parte da Operação Veraneio, desenvolvida pelo Setor de Operações da Polícia Civil (SOPC).

Era de interesse do CBMSC a elaboração de um projeto do PGV desmontável. Em virtude desta exigência, foi escolhido o sistema LWF por permitir a construção de uma estrutura desmontável, leve e que possibilite montagem rápida.

O interesse no desenvolvimento de uma construção desmontável se originou dos vários episódios de vandalismo e roubo dos PGV do litoral de Santa Catarina. A Figura 1 ilustra um episódio de vandalismo com PGV ocorrido em Florianópolis (GONÇALVES, 2019). No ano de 2018, foram registradas nas mídias doze notificações de postos destruídos no estado de Santa Catarina, ao passo que, apenas no município de Florianópolis, foi registrada a destruição de quatro postos em 2018 (G1, 2018).

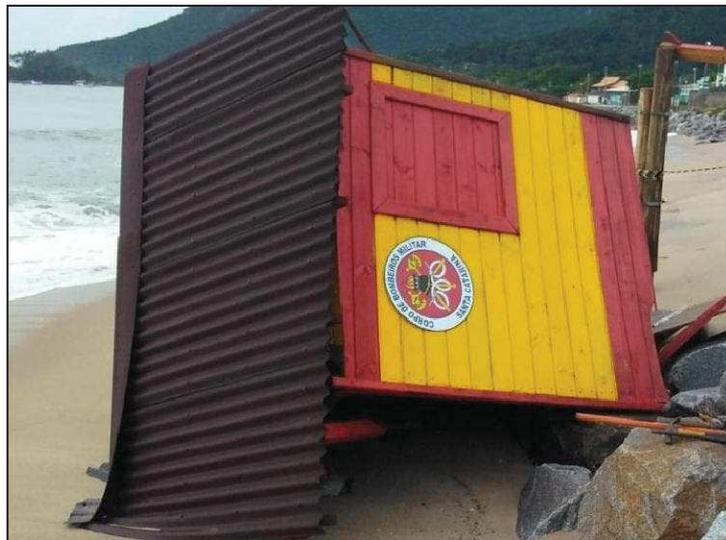
Figura 1 – Episódio de vandalismo com PGV



(GONSALVES, 2019)

São observadas também a ocorrência de invasões aos postos, mais comuns nos meses de baixa temporada (BAZZO, 2018), nos quais não há expediente nos PGV. Além disso, existem também casos de PGV destruídos devidos a intempéries climáticas (NDMAIS, 2018), que, segundo o CBMSC, são mais frequentes durante os meses de março a novembro. A Figura 2 apresenta um PGV tombado devido a ação de intempéries. Portanto, é de interesse do CBMSC que os PGV permaneçam desmontados e guardados durante os meses de março a novembro.

Figura 2 – PGV tombado devido a intempéries.



(CBN DIÁRIO, 2019)

1.2 PROBLEMA DO TRABALHO

Um sistema construtivo em madeira requer uma nova prática técnica, refletindo nas formas e nos produtos da prática arquitetônica e rompendo com os sistemas tradicionais de construção em madeira e com aqueles convencionais em alvenaria (BITTENCOURT, 1995). Desta forma, em ambientes onde as técnicas construtivas em madeira não são amplamente conhecidas pelos profissionais, se faz essencial o desenvolvimento de detalhes construtivos (BITTENCOURT, 1995).

Para sistemas construtivos em madeira, os detalhes são o ponto de partida para a concepção estrutural, sendo uma ferramenta de trabalho para a elaboração do projeto e não apenas uma solução construtiva (BITTENCOURT, 1995).

Como problema principal deste trabalho, tem-se o desenvolvimento de detalhes para um anteprojeto arquitetônico que possui como condicionantes a exigência de ser uma construção desmontável e executado em LWF.

Este problema foi constatado a partir da análise do seguinte estudo de caso: projeto de Posto Guarda Vidas (PGV) para o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC).

O CBMSC interessou-se em construir seu PGV adotando o LWF pelas vantagens observadas neste sistema construtivo. Assim, no segundo semestre de 2018, o programa de necessidades, os esboços iniciais, o anteprojeto e um orçamento preliminar do PGV foram desenvolvidos por dois arquitetos em parceria com o Grupo Interdisciplinar de Estudos da Madeira (GIEM) da Universidade (UFSC). No entanto, o processo de projeto não havia sido concluído, permanecendo na forma de estudo preliminar até que em março de 2019 este trabalho retomou as atividades do projeto do PGV para verificar o desempenho estrutural do PGV até então projetado.

O projeto se encontrava na fase de anteprojeto e decisões relacionadas à especificação de revestimentos, elaboração de ligações desmontáveis e seleção de materiais construtivos não haviam sido definidas. Devido ao fato destas decisões exigirem análises e alinhamento com os requisitos do CBMSC, este trabalho se propôs a revisar o programa de necessidades e a desenvolver a concepção de painéis e de ligações entre eles o projeto executivo do PGV.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é elaborar detalhes para painéis modulares de um PGV desmontável projetado no sistema LWF.

1.3.2 Objetivos Específicos

Tendo em mente a elaboração de um anteprojeto arquitetônico em madeira no sistema LWF, deverão ser obtidos os seguintes resultados:

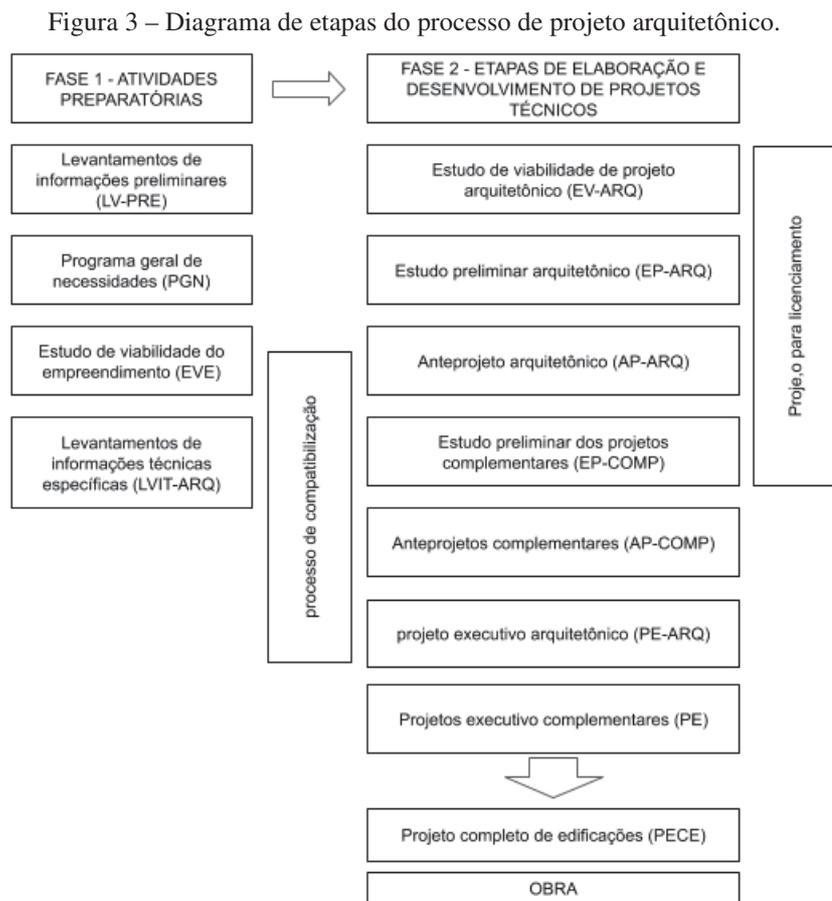
- I. revisar o programa de necessidades do CBMSC para o PGV;
- II. revisar o estudo preliminar arquitetônico original;
- III. propor soluções de painéis modulares desmontáveis;
- IV. levantar quantitativos de materiais para execução dos painéis;
- V. elaborar esquemas de ligações desmontáveis entre painéis;
- VI. apresentar sequência de montagem dos painéis.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, são apresentados conhecimentos básicos a respeito dos processos de desenvolvimento de programa de necessidades, desenvolvimento de anteprojetos, funcionamento do sistema construtivo LWF e exigências técnicas para o desenvolvimento deste trabalho.

2.1 DESENVOLVIMENTO DE PROJETO ARQUITETÔNICO

Conforme a NBR 16636, (2017), o processo de projeto arquitetônico pode ser dividido em duas fases principais: (1) atividades preparatórias e (2) etapas de elaboração e desenvolvimento de projetos técnicos. Estas fases se subdividem em etapas conforme apresenta a Figura 3.



(ABNT, 2017)

2.2 PROGRAMA DE NECESSIDADES

O Programa de Necessidades ou Programa Arquitetônico é um procedimento de análise e síntese das condições nas quais a edificação deverá operar (KOWALTOWSKI; MOREIRA, 2009). O processo de programação consiste em uma pesquisa e investigação dos requisitos de uso do cliente seguida de uma análise objetiva dos requisitos, busca-se delimitar o projeto, ao passo que o processo de projeto poderá fazer uso da intuição e subjetividade para solucionar os requisitos levantados no programa (PEÑA; PARSHALL, 2012)

Desta forma, a estruturação das informações necessárias para o projeto deve ser fiel em conteúdo, no entanto pode ser exposta de formas variadas, dependendo da abordagem e da forma de trabalho do projetista (MOREIRA; KOWALTOWSKI, 2009).

A elaboração do programa de necessidades deve considerar a estudos de ocupação, a revisão de literatura especializada (normas, legislações, manuais de fabricantes, etc) e consultas ao usuário (MOREIRA; KOWALTOWSKI, 2009). O projetista deve extrair estas informações, analisá-las e dispor as conclusões obtidas de forma sucinta e clara para que o trabalho seja desenvolvido da melhor forma possível.

2.3 PROJETO SIMULTÂNEO

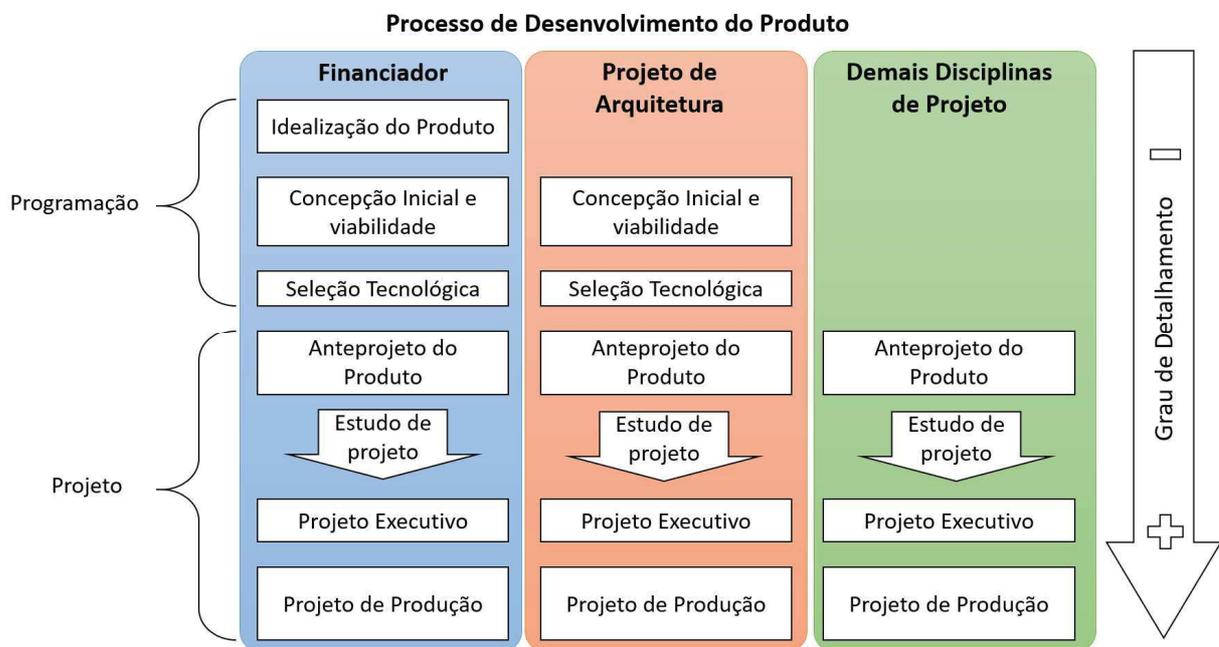
A ideologia do Projeto Simultâneo (PS) busca a realização em paralelo de várias “etapas” do processo de desenvolvimento de produto, de forma a reduzir o tempo de projeto e ampliar a integração entre as interfaces de projetos (FABRICIO; MELHADO, 1998). Valendo-se ressaltar que as etapas de projeto se aplicam aos projetos de arquitetura, estrutura, instalações prediais e projetos complementares, a Figura 4 ilustra a relação entre as especialidades de projeto e suas etapas.

O PS defende integração no projeto de visões de diferentes agentes do processo de produção, como distribuição, comercialização e marketing, assistência técnica, etc., conformando equipes de projeto multidisciplinares capazes de considerar, precocemente, as demandas dos clientes internos do processo de produção e o desempenho do produto ao longo de seu Ciclo de Vida. Também deve ser levado em conta o andamento comunicativo e paralelo

das diversas especialidades de projeto, justificado pela gestão eficiente das informações entre os projetistas e consequente economia de tempo (FABRICIO; BAÍA; MELHADO, 1998).

Uma vez determinadas a planta baixa e o volume da edificação, o projetista desenvolve o anteprojeto, que possui maior nível de detalhamento. O anteprojeto arquitetônico servirá de base às demais disciplinas, como estrutural e instalações, sendo assim um projeto com menor flexibilidade para alterações do que nos estudos preliminares. Portanto as soluções construtivas devem ser definidas preferencialmente antes desta etapa, de forma a evitar retrabalhos nas etapas futuras.

Figura 4 – Processo de desenvolvimento de projeto simultâneo.



Adaptado (FABRICIO; BAÍA; MELHADO, 1998)

2.4 ANTEPROJETO DO PRODUTO

O anteprojeto de produtos na área de construções é desenvolvido, tradicionalmente, por profissionais da área de arquitetura. Deve conter as representações gráficas do térreo, subsolo, cobertura, pavimento-tipo, fachadas e perspectivas (BAÍA; MELHADO, 1998). De forma geral, são definidos os elementos que representam os volumes e as formas da edificação.

Ao contrário do programa de necessidades, o processo de projeto se dá de forma sensitiva, sendo influenciado por características e por experiências do projetista. Embora possam ser encontradas na literatura diversas abordagens do processo de projeto arquitetônico, o projetista tem a liberdade de escolha do processo que melhor se enquadrar à sua forma de trabalho (MOREIRA E KOWALTOWSKI, 2009).

Inicialmente, elabora-se um anteprojeto, com menor nível de detalhamento, para que o cliente aprove e se faça a conferência do cumprimento dos requisitos do programa. O programa de necessidades poderá apresentar mais de uma solução. Por esta razão, o projetista poderá apresentar mais de uma proposta de anteprojeto para o cliente, até que seja obtida sua aprovação.

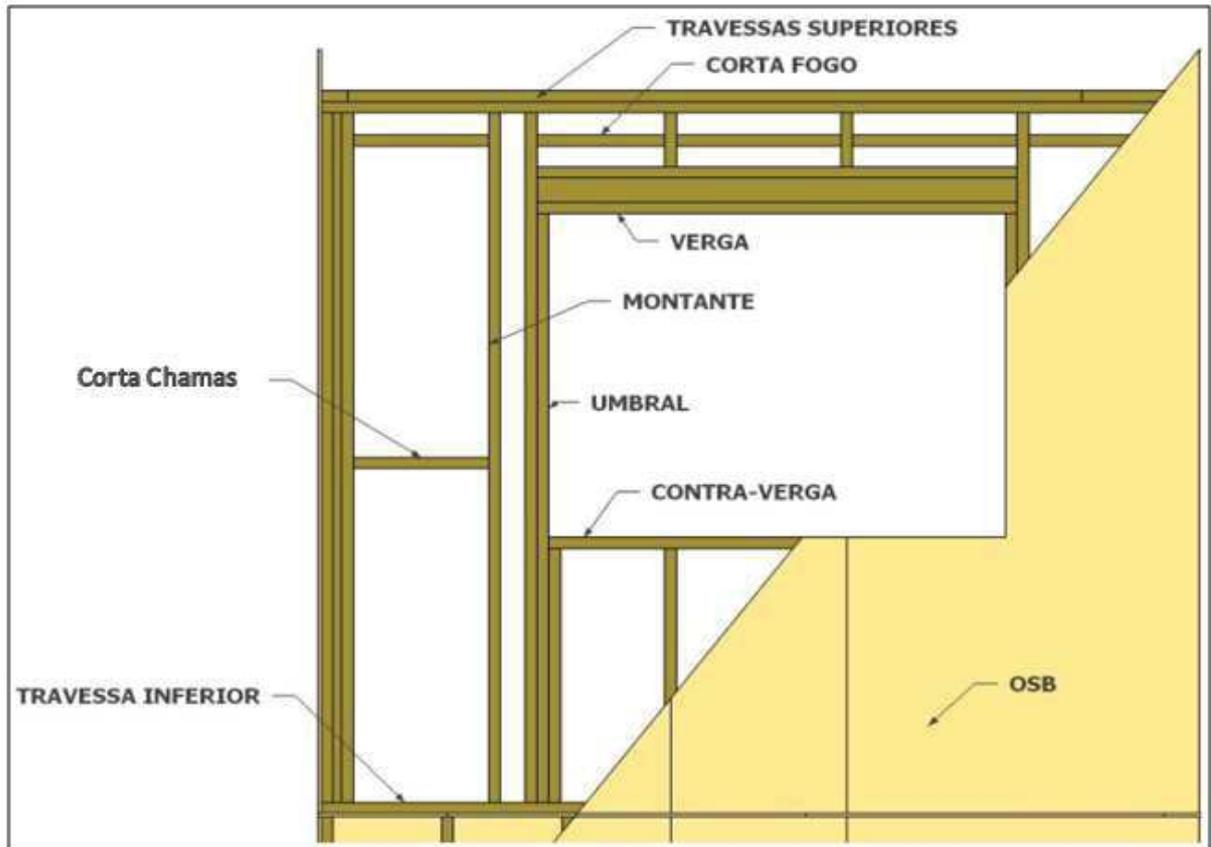
3 DESCRIÇÃO DO SISTEMA *LIGHT WOOD FRAMING* (LWF)

O sistema LWF, de acordo com o projeto de norma PN02.126.011-001/2, consiste num sistema construtivo que utiliza madeira tratada associada a chapas para a construção de painéis (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019). As chapas e os elementos de madeira, associados na forma de painéis, apresentam contraventamento mútuo devido ao arranjo dos elementos. Os painéis em questão podem ser utilizados na construção de entrepisos, paredes externas, paredes internas e telhados, exercendo funções estruturais e de fechamento.

3.1 COMPONENTES CONSTITUINTES

O quadro estrutural do sistema LWF é composto por elementos de madeira serrada tratada, a Figura 5 apresenta os principais elementos dos painéis:

Figura 5 – Nomenclatura dos elementos do quadro estrutural.



(STAMATO, 2018)

Montantes: Peças verticais de madeira

Travessas: Elementos horizontais de madeira em que são fixados os montantes perpendicularmente, estes elementos tem a função de estabilizar os montantes.

Corta Fogo: Elementos de madeira de mesma seção transversal que os montantes, destinados a evitar a formação de efeito chaminé, o que permite a ventilação de chamas, em casos de incêndio. De forma complementar este elemento também seve de superfície para a fixação de chapas de *Oriented Strand Board* (OSB, em português Painel de Tiras de Madeira Orientadas).

Verga: Elementos horizontal destinado a suportar a carga dos montantes acima das aberturas e distribuir para os umbrais. As vergas devem ser detalhadas de acordo com a NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997), são constituídas por elementos de madeira com o maior lado da seção transversal na vertical (eixo de maior

momento de inércia na horizontal), sendo que, por se tornarem mais estreitos deverão duplicados e preenchidos por um recorte de OSB ou madeira.

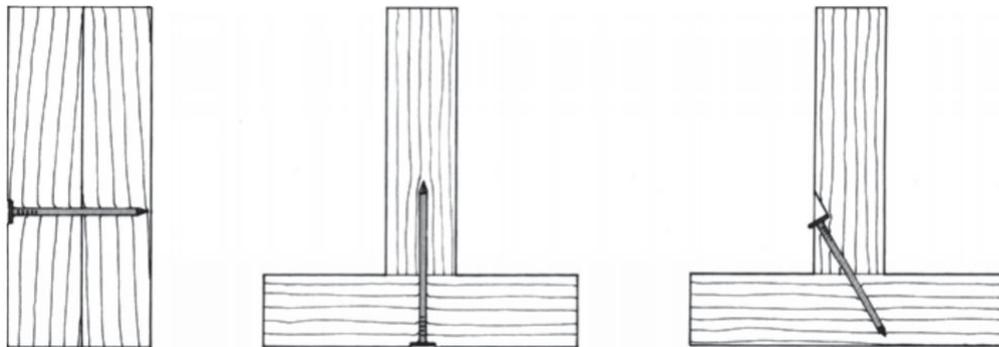
Umbral: Elemento de madeira vertical que tem a função de sustentar os esforços descarregados pela verga.

Contra verga: Elemento horizontal de madeira colocado abaixo das janelas com a função de estabilizar os montantes.

Chapas de OSB: são elementos estruturais que tem a função de contraventamento dos painéis sendo fixadas através de pregos no quadro estrutural.

As ligações entre elementos de madeira são feitas com pregos, dependendo das características da madeira e da forma de encaixe (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019). Alguns exemplos de ligações utilizadas no sistema LWF podem ser observadas na Figura 6.

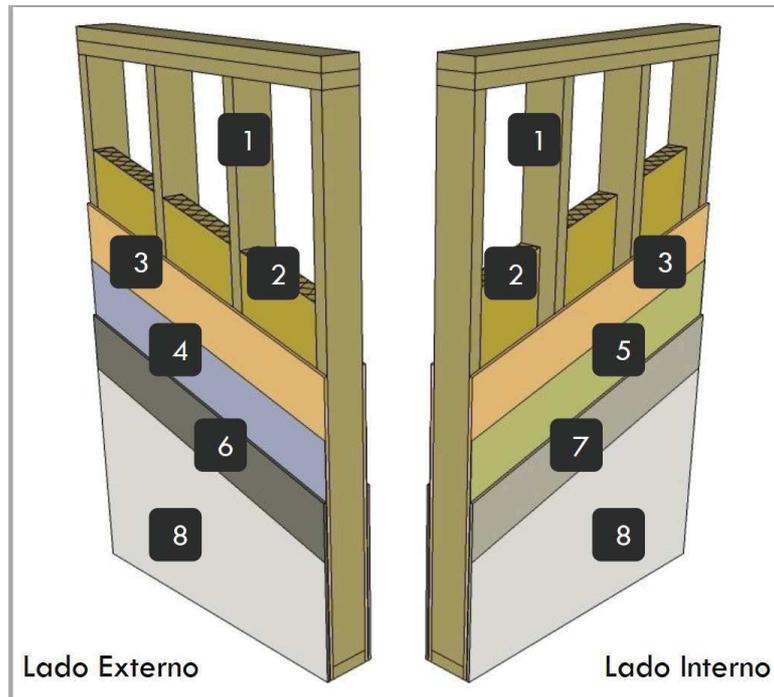
Figura 6 – Formas de ligação de elementos de madeira por pregos.



(BREYER; FRIDLEY; COBEEN, 1998)

Sobre acamada de chapas de OSB são colocadas as camadas de membrana de vapor e o revestimento. A Figura 7 ilustra um exemplo de painel revestida com placa cimentícia na face externa e gesso acartonado na face interna.

Figura 7 – Exemplo de composição de painel parede típico no sistema LWF.



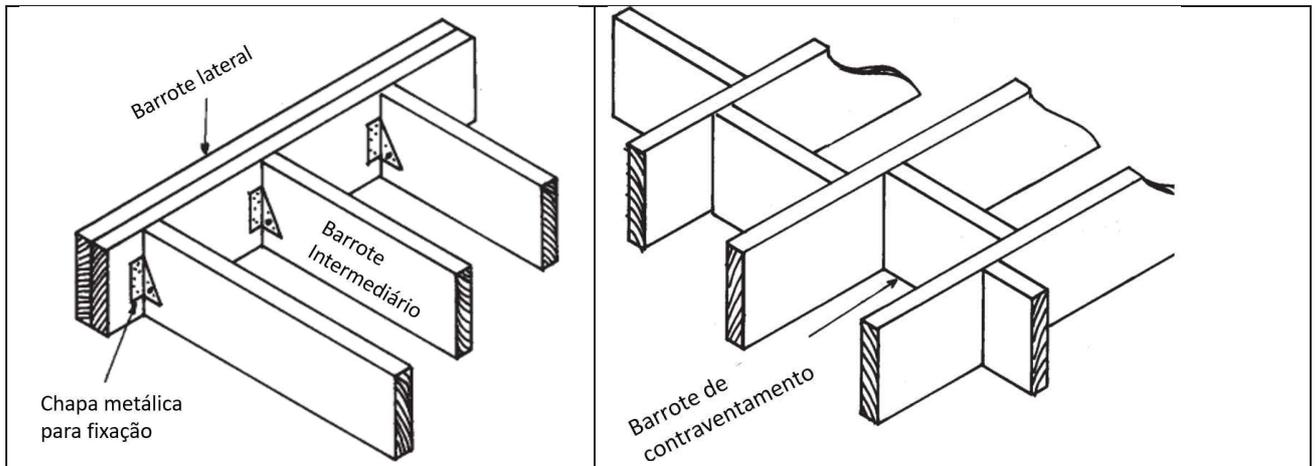
LEGENDA:

1. Estrutura - madeira
2. Isolante térmico-acústico
3. OSB
4. Membrana hidrófuga
5. Barreira de vapor
6. Placa cimentícia
7. Gesso acartonado
8. Acabamento

(Tecverde, 2017)

Os painéis do entrepiso ou painéis horizontais são constituídos de elementos de madeira de seção superior os montantes, sendo denominados barros. A Figura 8 ilustra duas formas de ligação para barros, utilizando chapas metálicas e utilizando pregos no topo dos barros com elementos intercalados. O fechamento dos painéis horizontais é feito por chapas de OSB de forma semelhante ao fechamento dos painéis parede.

Figura 8 – Elementos do quadro estrutural do entrepiso.



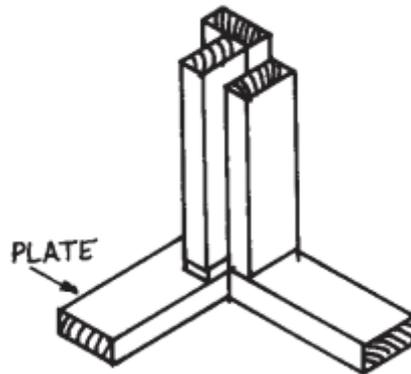
(American Wood Council, 2001)

A montagem dos painéis pode ser realizada no canteiro de obras ou os mesmos podem ser pré-fabricados e transportados pré-montados. Esta característica garante ao LWF maior velocidade de montagem no canteiro e propicia melhor qualidade do produto final devido a utilização de máquinas para a pré-fabricação.

3.2 INTERFACES ENTRE PAINÉIS

Uma vez que os painéis estejam fabricados, devem ser montados de acordo com o projeto. Painéis adjacentes devem ter suas extremidades pregadas entre si, sendo que os painéis perpendiculares entre si devem ter um montante colocado perpendicularmente em um dos painéis, ver Figura 9, de forma a garantir a fixação de topo dos pregos.

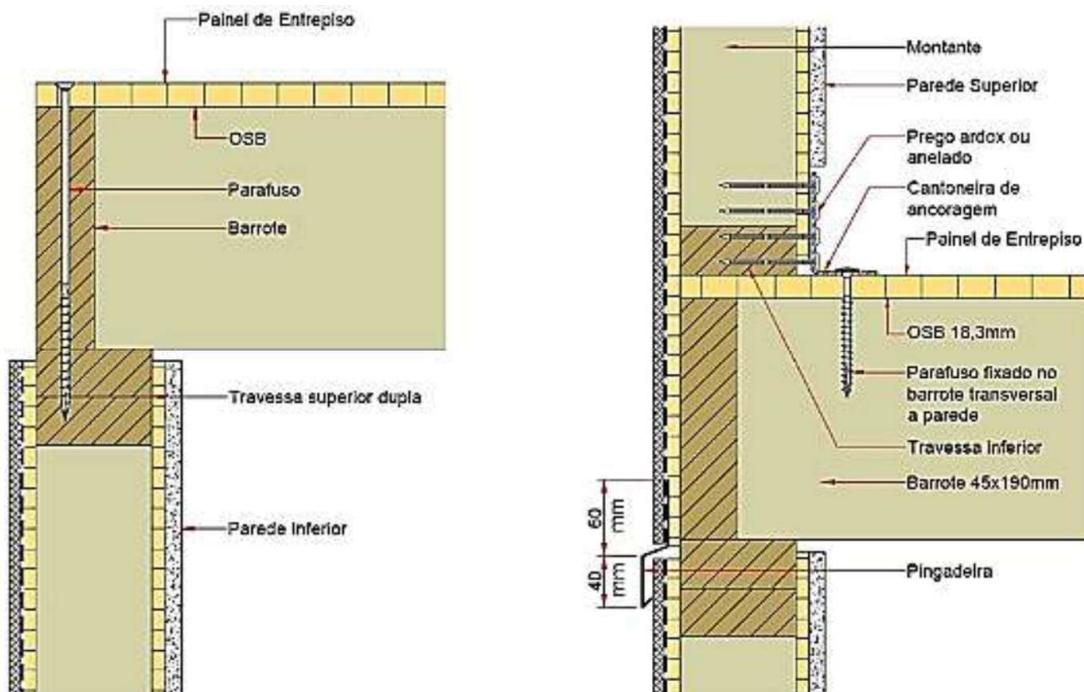
Figura 9 – Ligação de painéis perpendiculares.



(American Wood Council, 2001)

Os painéis de entrepiso devem ser conectados às paredes superior e inferior. Os tipos e tamanhos de parafusos devem se adequar as peças que estarão ligando, na Figura 10 pode ser observada ilustrações da ancoragem do entrepiso à parede inferior por meio de parafuso e na sequência é ilustrada a ancoragem do painel superior ao entrepiso através de cantoneira pregada.

Figura 10 – Ligação dos painéis paredes ao painel de entrepiso.



(Instituto Falcão Bauer da Qualidade, 2017)

3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

Nesta seção serão apresentados brevemente os materiais tradicionalmente utilizados para a construção no sistema LWF. Serão apresentadas suas características mecânicas e suas dimensões comerciais.

3.3.1 Madeira serrada

A madeira do quadro estrutural é geralmente proveniente de florestas plantadas. Entre os gêneros *Pinus* e Eucalipto, o *Pinus* é o mais utilizado por possuir maior permeabilidade e facilitar que ocorra uma melhor retenção dos produtos preservantes, exigidos pela NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997) para tratamentos de madeira com finalidade estrutural. De forma complementar, o *Pinus* é uma madeira vastamente comercializada no estado de Santa Catarina. Por esta razão, serão detalhados elementos em *Pinus*, bem como os respectivos elementos de conexão e ferramentas deverão ser adequados para o trabalho com madeira macia de conífera.

Tabela 1 – Seções de elementos de madeira serrada de *Pinus* tratada.

Largura [cm]	Altura [cm]	Comprimento [cm]
4	4	300 e 400
4	9	300, 400, 500 e 600
5	11	300, 400, 500 e 600
7	7	300 e 400
7	15	300, 400, 500 e 600
9	9	300, 400
9	19	300, 400, 500 e 600
9	24	300, 400, 500 e 600
14	14	300 e 400
19	19	300 e 400

(MF adaptado, 2019)

3.3.2 Chapas de OSB e pregos para fixação

As chapas de OSB são elementos de madeira recomposta fabricados com cola fenólica. Eles têm a função estrutural de contraventamento dos painéis no sistema LWF, embora também sejam utilizados para revestimentos, fabricação de móveis e entre outros. Os tamanhos e espessuras comerciais das chapas de OSB podem ser observados no Quadro 1. As chapas devem

ser revestidas em sua face externa por mantas hidrófugas e revestimentos que evitem o contato direto com a água.

Quadro 1 – Espessuras de chapas de OSB.

ESPESSURA (MM)	DIMENSÃO (M)	PESO POR PAINEL (KG)	APLICAÇÃO
9,5	1,20 x 2,40 1,20 x 3,00	17,5 21,9	Paredes e telhados com perfis espaçados a, no máximo, 40 cm
11,1	1,20 x 2,40 1,20 x 3,00	20,4 25,6	Paredes e telhados com perfis espaçados a, no máximo, 60 cm
15,1	1,20 x 2,40	27,8	Paredes com perfis, espaçados a, no máximo, 60 cm. Telhados a, no máximo, 80 cm. Pisos e lajes secas a, no máximo, 40 cm
18,3*	1,20 x 2,40	33,7	Pisos e lajes secas com perfis espaçados a, no máximo, 60 cm

* O LP OSB Home com espessura 18,3 mm possui a opção de bordas com encaixe macho-fêmea para aplicação em lajes secas e mezaninos.

(LP, 2019)

É recomendada a utilização de pregos anelados galvanizados, devido à sua maior resistência ao arrancamento e à oxidação. Para chapas de espessura superior a 11 mm, é recomendado o uso de pregos de 2 ½ polegadas ou superior, de forma que os pregos tenham de 3 a 4 vezes a espessura da chapa. Os tamanhos comerciais destes pregos podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 – Tamanhos comerciais de pregos anelados galvanizados.

Dimensões (JPxLPP)	Dimensões (POLxBWG)	Quantidade aprox. de pregos por kg
16 x 21	(2 x 12)	441
16 x 24	(2 1/4 x 12)	386
17 x 21	(2 x 11)	334
17 x 24	(2 1/4 x 11)	326
17 x 27	(2 1/2 x 11)	290
18 x 24	(2 1/4 x 10)	248
18 x 27	(2 1/2 x 10)	221
18 x 30	(3 1/4 x 10)	203
18 x 36	(2 3/4 x 10)	166

Gerdau (2019)

3.3.3 Chapas de compensado naval

As chapas de compensado naval são constituídas de lâminas de madeira sobrepostas, com número ímpar de camadas e direção longitudinal das fibras posicionadas em ângulo de 90° entre si (IWAKIRI; NIELSEN; ALBERTI, 2000). As camadas são coladas com resina fenólica, o que garante às chapas a resistência a água. Podem ser obtidas nas dimensões apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Espessuras e medidas nominais de chapas de compensado naval.

Espessuras [mm]	Medidas Nominais [mm]
3	2200×1600, 2440×1220 2500×1600
4	
5	
6	
9	
12	
15	
18	
20	
25	
30	

(BRASPLAC, 2019)

3.3.4 Placas cimentícias

São placas de cimento reforçadas com fibras sintéticas. Placas cimentícias são utilizadas como revestimento devido a sua característica de impermeabilidade à umidade.

Peso específico: 1800 kg/m³ (BRASILIT, 2016).

As dimensões comerciais disponíveis podem ser observadas na Tabela 3. Segundo o guia do fabricante, é recomendado a utilização de chapas de 10 mm para revestimento do sistema LWF. No quadro 4 são observados os tipos de parafusos utilizados para a fixação das placas cimentícias às chapas de OSB.

Tabela 3 – Placas cimentícias

Espessura	Comprimento (mm)				Largura (mm)				Peso da Placa (kg)	Peso por m ² (kg)	Aplicações
	Nominal/Comercial	Mínimo	Teórico	Máximo	Nominal/Comercial	Mínimo	Teórico	Máximo			
6 mm	2000	1994	1995	1996	1200	1194	1195	1196	24,4	10,2	Divisórias leves, forros e dutos de ar-condicionado.
	2400	2394	2395	2396	1200	1194	1195	1196	29,4	10,2	
	3000	2994	2995	2996	1200	1194	1195	1196	36,7	10,2	
8 mm*	2000	1994	1995	1996	1200	1194	1195	1196	32,6	13,6	Paredes internas em áreas secas e úmidas, revestimentos de paredes comuns ou em subsolos.
	2400	2394	2395	2396	1200	1194	1195	1196	39,2	13,6	
	3000	2994	2995	2996	1200	1194	1195	1196	49,0	13,6	
10 mm*	2000	1994	1995	1996	1200	1194	1195	1196	40,8	17,0	Utilizadas para áreas secas e úmidas, internas e externas. Ideais no fechamento externo em sistemas steel ou wood framing e isolamentos termoacústicos.
	2400	2394	2395	2396	1200	1194	1195	1196	49,0	17,0	
	3000	2994	2995	2996	1200	1194	1195	1196	61,2	17,0	
12 mm*	2400	2394	2395	2396	1200	1194	1195	1196	58,8	20,4	Para uso interno na compatibilização com o drywall ou em fechamentos internos ou externos que necessitem de maior espessura por questões estéticas ou físicas específicas.
	3000	2994	2995	2996	1200	1194	1195	1196	73,5	20,4	

* Placas disponíveis com bordas longitudinais rebaixadas para Juntas Invisíveis
Obs.: Todas as espessuras disponíveis poderão ter variação de +/- 10%

(Guia de sistemas produtivos Brasilit, 2016)

Quadro 3 – Parafusos utilizados para a fixação de chapas cimentícias.

RESISTÊNCIA A CORROSÃO DE 500H	
Produto	Composição
Parafuso Autobrocante Alta Resist. com Asas 4,2x45mm	Revestimento Organometálico
Parafuso Autobrocante Cabeça Flangeada 4,8 x 19mm	Revestimento Organometálico
Parafuso Autobrocante Cabeça Flangeada 4,8 x 25mm	Revestimento Organometálico
Parafuso Autobrocante Cabeça Flangeada 4,8 x 45mm	Revestimento Organometálico
Parafuso Autobrocante Alta Resist. com Asas 4,2x32mm	Revestimento Organometálico

(Brasilit, 2019)

3.3.5 Elementos metálicos de ligação

Os elementos metálicos deverão ser todos da categoria A2 de resistência a oxidação devido ao fato do estudo de caso ser localizado na região litorânea.

Neste contexto foi possível encontrar no mercado local os seguintes produtos:

Figura 11 – Arruela em aço inoxidável.

AI 9021
Arruela

Aço inoxidável A2
DIN 9021 (ISO 9073*)



código	barra	d _{int} [mm]	d _{ext} [mm]	s [mm]	pça/embal
AI90218	M8	8,4	24	2	500
AI902110	M10	10,5	30	2,5	500
AI902112	M12	13	37	3	200
AI902116	M16	17	50	3	100
AI902120	M20	22	60	4	50

* A norma ISO 9073 difere da norma DIN 9021 para a dureza superficial.

(ROTHOBLAAS, 2019)

Figura 12 – Barra roscada em aço inoxidável.

MGS
Barra roscada

Aço inoxidável A2
DIN 975



código	barra	L [mm]	pça/embal
AI97510	M10	1000	5
AI97512	M12	1000	5
AI97516	M16	1000	5
AI97520	M20	1000	5

(ROTHOBLAAS, 2019)

Figura 13 – Porcas em aço inoxidável.

AI 934
Porca exagonal

Aço inoxidável A2
DIN 934 (ISO 4032*)



código	barra	h [mm]	Ch [mm]	pça/embal
AI9348	M8	6,5	13	500
AI93410	M10	8	16	200
AI93412	M12	10	18	200
AI93416	M16	13	24	100
AI93420	M20	16	30	50

* A norma ISO 4032 difere da norma DIN 934 para os parâmetros h e Ch nos diâmetros M10 e M12

(ROTHOBLAAS, 2019)

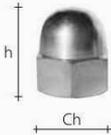
Figura 14 – Porcas em aço inoxidável.

AI 1587
Porca cega

Aço inoxidável A2
DIN 1587

AI51 304
A2

código	barra	h [mm]	Ch [mm]	pça/embal
AI158710	M10	18	17	100
AI158712	M12	22	19	100
AI158716	M16	28	24	50
AI158720	M20	34	30	25



Porca torneada em uma única peça

(ROTHOBLAAS, 2019)

Figura 15 – Parafuso de cabeça hexagonal em aço inoxidável.

AI 601
Parafuso de cabeça exagonal

Aço inoxidável A2
DIN 931 (ISO 4017*)

AI51 304
A2

d [mm]	código	L [mm]	pça/embal
M10	AI60110100	100	50
	AI60110120	120	50
	AI60110140	140	50
	AI60110160	160	50
	AI60110180	180	50
	AI60110200	200	50
M12	AI60112100	100	10
	AI60112120	120	10
	AI60112140	140	10
	AI60112160	160	10
	AI60112180	180	10
	AI60112200	200	10
	AI60112220	220	10
	AI60112240	240	10
AI60112260	260	10	
M16	AI60116120	120	10
	AI60116140	140	10
	AI60116150	150	10
	AI60116160	160	10
	AI60116180	180	10
	AI60116200	200	10
	AI60116220	220	10
	AI60116240	240	10
	AI60116260	260	10
	AI60116280	280	10
AI60116300	300	10	



* A norma ISO 4017 difere da norma DIN 931 para os parâmetros k e Ch nos diâmetros M10 e M12.

(ROTHOBLAAS, 2019)

4 EXIGÊNCIAS TÉCNICAS

Nesta seção serão apresentadas as normas que serviram de apoio às análises necessárias ao estudo de caso. Serão destacados das normas os critérios limitantes para verificação do sistema construtivo e materiais material utilizado.

Serão descritas brevemente informações relevantes ao trabalho retiradas dos: Projeto de estruturas de madeira, NBR 7190:1997, Projeto de Norma ABNT PN CE - 02.126.011-001/2 - Edificações em Light Wood Framing; DATec N° 020-C - Sistema estruturado em peças leves de madeira maciça serrada; Instrução Normativa (IN 003/DAT/CBMSC) - Carga de Incêndio; Instrução Normativa (IN 018/DAT/CBMSC) – Controle de Materiais de Revestimento e Acabamento; NR11; NR17; Decreto-Lei n.º 5 452, de 1 de maio de 1943, Consolidação das Leis Trabalhistas.

4.1 PROJETO DE ESTRUTURAS DE MADEIRA, NBR 7190:1997

Todos os itens apresentados nesta seção foram retirados da ABNT NBR 7190/1997.

4.1.1 Generalidades:

A NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997) prescreve quesitos mínimos de projeto e métodos de verificação de estruturas em madeira. De forma geral, todos os critérios de verificação propostos pela NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997) devem ser verificados pela condição analítica de segurança, vide a Equação 1, expressa por:

$$S_d \leq R_d. \text{Equação 1}$$

Onde S_d : Solicitação de Cálculo

R_d : Resistência de Cálculo

4.1.2 Ações:

As ações devem ser calculadas de acordo com os carregamentos prescritos na NBR 6120 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019), para os casos de peso próprio e carga acidental, ao passo que, os carregamentos referentes ao vento deverão ser calculados de acordo com a NBR 6123 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1988). Uma vez obtidos os carregamentos, devem ser calculadas as combinações

de esforços para o Estado Limite Último (ELU) e para o Estado Limite de Serviço (ELS) ou de Utilização, a partir das combinações e dos coeficientes de ponderação prescritos na NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

Para a verificação do Estado Limite de Serviço (ELS), são analisados tradicionalmente o limite das deformações, danos em materiais não estruturais devido a deformações da estrutura e vibrações excessivas.

4.1.3 Propriedades da Madeira:

A madeira deve ser classificada com base em sua espécie e classe de resistência, ver Quadro 4. Os valores de resistências das espécies mais comuns podem ser encontrados na ABNT NBR 7190 – Anexo E (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997), ao passo que madeiras desconhecidas devem ser ensaiadas de acordo com os procedimentos prescritos na NBR 7190 – Anexo B (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997). Todas as peças com finalidades estruturais deverão passar por verificação visual. A NBR 7190 prescreve que para a execução da estrutura, a madeira deverá estar em equilíbrio com o ambiente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

Quadro 4 – Classes de resistência das coníferas.

Coníferas (Valores na condição-padrão de referencia U=12%)					
Classes	f_{c0k} [MPa]	f_{vk} [MPa]	$E_{c0,m}$ [MPa]	$R_{bas,m}$ [kg/m ³]	$R_{aparente}$ [kg/m ³]
C 20	20	4	3500	400	500
C 25	25	5	8500	450	550
C 30	30	6	14500	500	600

(ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997)

4.1.4 Ligações:

As ligações podem ser feitas com pinos metálicos, pregos e parafusos. Para este trabalho, por se tratar de uma edificação desmontável serão usados preferivelmente parafusos como conectores nas junções desmontáveis. No entanto para construção dos painéis poderão ser usados pregos. Para o dimensionamento de chapas e pinos de aço, deve-se consultar a NBR 8800 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008).

4.1.5 Disposições Construtivas:

Todas as peças estruturais devem possuir tratamento para evitar sua deterioração rápida. Para locais propícios para o acúmulo de água, devem ser elaborados detalhes de forma a permitir o escoamento da água. Elementos de menor vida útil devem possuir detalhes que facilitem sua substituição.

Áreas e dimensões mínimas de seção transversal para elementos estruturais são apresentados a seguir NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997):

- Peças estruturais isoladas:

Área mínima da seção transversal: 50 cm^2

Menor dimensão: 5 cm

- Peças estruturais secundárias isoladas:

Área mínima da seção transversal: 35 cm^2

Menor dimensão: 2,5 cm

- Peças estruturais secundárias múltiplas:

Área mínima da seção transversal de uma peça: 18 cm^2

Menor dimensão: 1,8 cm

As ligações parafusadas deverão ser pré-furadas, utilizando-se um furo com diâmetro não maior que o diâmetro do parafuso. O diâmetro dos pinos metálicos, que são os pregos e os parafusos, deve ser calculado através do item 8.3.2 da NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997). O diâmetro mínimo para arruelas deverá ser de 3 vezes o diâmetro nominal do parafuso adotado, desde que superior a 6 mm de diâmetro, sendo que a arruela deverá estar em contato total com a madeira NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

A espessura mínima das chapas de aço e arruelas utilizadas nas ligações deverá ser de 6 mm.

4.2 PROJETO DE NORMA ABNT PN CE - 02.126.011-001/2 - EDIFICAÇÕES EM *LIGHT WOOD FRAMING*

O projeto de norma apresenta as diretrizes para a construção em LWF, considerando as condições de projeto e de execução, avaliação do desempenho e condições mínimas exigidas. Uma vez que ainda não há um texto de norma brasileira para edificações em LWF, o projeto de norma acerca das edificações em LWF será utilizado neste trabalho. Todos os itens

apresentados nesta seção foram retirados do PN ABNT CE - 02.126.011-001/2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019).

4.2.1 Requisitos gerais

As edificações deverão conter beiral igual ou superior a 600 mm, sendo que no caso de projetos que não contém beiral, deverão ser utilizados sistemas de isolamento que atendam as exigências de estanqueidade prescritas na NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

A base da edificação ou dos elementos de sustentação em madeira deverão estar afastados ao mínimo 200 mm da cota do terreno.

Deve-se fazer uso de membrana hidrófuga sobre os painéis de OSB e sob os componentes de acabamento. A membrana deverá atender aos requisitos mínimos exigidos no item 3.8 do PN CE - 02.126.011-001/2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019), ver Tabela 4.

Tabela 4 - Requisitos mínimos para membranas hidrófugas.

Propriedade		Requisito	Referência Normativa
Gramatura		Mínimo 60 g/m ²	
Espessura		Mínimo 0,1 mm	
Resistência a tração	Longitudinal	Mínimo 178 N	ASTM E 2556
	Transversal	Mínimo 156 N	ASTM D 5034
Permeabilidade ao vapor d'água		Mínimo 10 perms ou 2,9 x 10 ⁻¹⁰ Kg/Pasm ²	ASTM E 2556 ASTM E 96
Transmissão do Vapor da água (Sd)*		≤ 0,35	EN 1931/ EN ISO 12572
Impermeabilidade à água		Mínimo W1	EN 13859
Nota 1 - Não há necessidade das duas informações, uma das duas grandezas são suficientes para analisar a qualidade do material, ou seja, se o fabricante disponibilizar a informação de Permeabilidade não tem necessidade de apresentar a informação de Transmissão de Vapor da água e o inverso também é válido.			

(ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019)

Os elementos de madeira serrada, tais como vergas, painéis treliçados e pilares, deverão atender aos requisitos da NBR 7190 apresentados no item 4.1.3 deste trabalho (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

Os painéis de OSB deverão atender aos requisitos da ABNT NBR 16143 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013) observados na tabela 13 para a categoria de uso 3 no que se refere a áreas molhadas.

Tabela 5 - Requisitos mínimos para painel de OSB.

Especificação ⁽¹⁾	Requisitos Mínimos			Referência normativa
	6 a 10 mm	>10 a <18 mm	18 a 25 mm	
Índices de Umidade	2 a 12 %			EN 300
Resistencia a flexão no sentido longitudinal	22 N/mm ²	20 N/mm ²	18 N/mm ²	
Resistência a flexão no sentido transversal	11 N/mm ²	10 N/mm ²	9 N/mm ²	
Inchamento da chapa (espessura)	I ≤ 20% para OSB tipo 2; e I ≤ 15% para OSB tipo 3 (segundo EN 300)			NBR 16143
Resistência ataque de cupins	Painel de OSB com tratamento de inseticida			
Nota 1 – As chapas de OSB são classificadas como categoria 2 - Paredes e telhado (subcobertura) para aplicações secas sem contato com o solo ou fundações, protegidas das intempéries e das fontes internas de umidade, conforme ABNT NBR 16143				

(ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019)

De acordo com o item 3.7 do PN ABNT CE - 02.126.011-001/2, os elementos de fixação deverão obedecer aos requisitos do EUROCODE 5. As exigências podem ser observadas no Quadro 5. Para elementos metálicos que estarão expostos constantemente a intempéries ou em áreas costeiras serão exigidos metais de classe 3 de acordo com a classificação do Quadro 5.

Quadro 5 – Especificação mínima do material contra a oxidação vermelha dos fixadores

ELEMENTO DE FIXAÇÃO	CLASSE DE USO		
	1	2	3
Pregos e Parafusos com $D \leq 4$ mm	Não há necessidade de realizar o teste de “Salt Spray”	O tratamento superficial deve resistir ao teste de “Salt Spray” de 192 horas	O tratamento superficial deve resistir ao teste de “Salt Spray” de 360 horas
Chumbadores, barras roscadas, cavilhas, pregos e parafusos $D > 4$ mm	Não há necessidade de realizar o teste de “Salt Spray”	Não há necessidade de realizar o teste de “Salt Spray”	O tratamento superficial deve resistir ao teste de “Salt Spray” de 360 horas
Grampos	Realizar o teste de “Salt Spray” de 192 horas*	O tratamento superficial deve resistir ao teste de “Salt Spray” de 192 horas	O conector deve ser obrigatoriamente de Aço Inoxidável A2 (304) ou A4 (316) ou superior
Chapas perfuradas metálicas de até 3 mm de espessura	Realizar o teste de “Salt Spray” de 192 horas*	O tratamento superficial deve resistir ao teste de “Salt Spray” de 192 horas	O conector deve ser obrigatoriamente de Aço Inoxidável A2 (304) ou A4 (316) ou superior
Placas metálicas de aço de 3 mm até 5 mm de espessura	Não há necessidade de realizar o teste de “Salt Spray”	O tratamento superficial deve resistir ao teste de “Salt Spray” de 192 horas	O tratamento superficial deve resistir ao teste de “Salt Spray” de 360 horas
Placas metálicas acima de 5mm de espessura	Não há necessidade de realizar o teste de “Salt Spray”	Não há necessidade de realizar o teste de “Salt Spray”	

(Adaptado ISO 2081 apud ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019)

4.2.2 Projeto e execução

O projeto executivo deverá conter um dimensionamento prévio e a definição dos materiais a serem aplicados. Os cortes deverão ter as indicações de alturas de entresijos, portas, janelas e cobertura. De acordo com o item 4 do PN ABNT CE - 02.126.011-001/2 os pontos críticos deverão ser detalhados em escala adequada para sua perfeita interpretação, o que inclui todas as ligações, suas disposições na estrutura e demais elementos que possam gerar dúvidas durante a execução (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019).

Deverão ser elaborados o projeto estrutural, o projeto de fundações e o executivo. No entanto, este trabalho não abordará estas disciplinas. Foi realizado um dimensionamento

estimativo na etapa de estudo preliminar arquitetônico baseados na experiência prática do arquiteto projetista para uso ao longo do desenvolvimento do projeto arquitetônico, porém, é importante enfatizar que o dimensionamento prévio apresentado neste trabalho não se fundamenta no dimensionamento quanto à segurança ao ELU ou ao ELS e podem ser modificados no futuro, por ocasião da elaboração do projeto estrutural.

4.2.3 Disposições construtivas

Para viabilizar a compatibilidade entre o projeto arquitetônico e o projeto estrutural, o PN ABNT CE - 02.126.011-001/2 prescreve alguns cuidados que deverão ser tomados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019):

Poderão ser feitos furos circulares em montantes simples, desde que com o diâmetro inferior a 40% da largura do montante. Caso seja feito furo superior a 40% da largura efetiva do montante, o montante deverá ser duplicado, porém o furo não poderá ultrapassar os 60% da largura dos montantes em nenhum caso. Os furos subsequentes deverão respeitar o espaçamento entre si de três vezes o seu diâmetro.

Furos retangulares poderão ser realizados nas extremidades superior e inferior de elementos impostos a flexão, e deverão se limitar a um sexto da altura ($h/6$) da viga.

Para barrotes em painéis horizontais, não poderá haver perfurações no terço central do comprimento do barrote e deverá ser respeitada uma distância do apoio equivalente a duas vezes a espessura da travessa do painel vertical apoiado no barrote.

As chapas de contraventamento deverão respeitar a proporção de largura \geq altura/4. A instabilidade local das chapas de OSB deverá ser verificada de acordo com a $b_{net}/t \leq 100$.

Equação 2:

$$b_{net}/t \leq 100. \text{ Equação 2}$$

b_{net} é o vão livre entre os montantes

t é a espessura da chapa

4.2.4 Áreas molháveis e impermeabilização

Os materiais aplicados na fachada devem obedecer às orientações da NBR 15575-4 para evitar o acúmulo de água (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013). Na base das paredes devem ser instalados rufos e pingadeiras que terminem ao menos 20 mm após o final da estrutura de madeira. A área externa deve ter um desnível de 15 mm em

relação a área interna ou deve ser instalada uma soleira de 15 mm para impedir a entrada da água.

4.3 DATec N° 020-C - SISTEMA ESTRUTURADO EM PEÇAS LEVES DE MADEIRA MACIÇA SERRADA:

Nesta seção serão apresentadas as diretrizes da DATec N° 020-C que possuem maior relevância para este trabalho (Instituto Falcão Bauer da Qualidade, 2017).

4.3.1 Apresentação

O Sistema de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores e Sistemas Convencionais (SINAT) é uma iniciativa que busca dar suporte e certificação a sistemas produtivos inovadores no setor de construção civil. A fim de suprir, provisoriamente, lacunas da normalização técnica prescritiva, é elaborado um documento técnico denominado Diretriz de Avaliação Técnica de Produto (DATec). A DATec 020C tem como Instituição técnica avaliadora o Instituto Falcão Bauer da Qualidade.

Com este intuito, a empresa Tecverde solicitou uma DATec com o objetivo de construir edificações unifamiliares, térreas ou assobradadas, isoladas ou geminadas, e em edificações multifamiliares de até 04 pavimentos (térreo + 3 pavimentos). Foi então elaborada a DATec N° 020-C sob o título, “Diretriz para a avaliação técnica de sistemas construtivos estruturados em peças leves de madeira maciça serrada, com fechamento em chapas (sistemas leves tipo ‘*Light Wood Framing*’)” (Instituto Falcão Bauer da Qualidade, 2017).

Os elementos detalhados se restringem aos painéis de parede, telhado e laje de entrepiso. Demais elementos, tais como fundações, esquadrias, treliças e materiais que possuem norma técnica regulamentadora, não são contemplados pela DATec 020-C (Instituto Falcão Bauer da Qualidade, 2017), exceto em suas interfaces de conexão aos painéis.

4.3.2 Estanqueidade à água

Devem ser elaborados detalhes de projeto visando evitar que componentes de madeira permaneçam em contato com umidade da água da chuva e da condensação de vapor de água. É exigido que haja barreira impermeável ao vapor sob as vedações externas dos painéis de paredes

e que obedecem ao item 4.2 da DATec 020-C, que trata de estanqueidades a água (Instituto Falcão Bauer da Qualidade, 2017), porém, como não haverá áreas molhadas internas da edificação não são exigidos materiais impermeabilizantes nas paredes internas. A laje de varanda deve obedecer aos critérios do item 3.3.2.2 da DATec 020-C (Instituto Falcão Bauer da Qualidade, 2017).

4.3.3 Desempenho estrutural:

A DATec 020-C exige que os montantes tenham seção mínima de 38 mm x 89 mm com tolerância de -1,5 mm e que tenham resistência mínima da classe C20 (para coníferas) para compressão paralela as fibras com 12% de umidade, que é uma resistência característica à compressão paralela às fibras de $f_{co,k} = 20,0$ MPa.

As chapas de OSB devem ser do tipo 3 segundo classificação da norma europeia EN 300 (EN 300: 2006) para ambientes externos, devido à exposição à umidade, e tipo 2 para ambientes internos e secos. Em caso de uso do painel de OSB em pisos de áreas molhadas, é feita a consideração de 10% de perda de seção resistente devido a fungos apodrecedores.

O projeto estrutural deve ser acompanhado de memória de cálculo comprovando o cumprimento das normas: ABNT NBR 6123, ABNT NBR 7190 e ABNT NBR 15575-2 para o Estado Limite Último (ELU). O dimensionamento de elementos estruturais e dispositivos de fixação deve ser feito de acordo com as classes de e a agressividade características da região, de acordo com o item 3.1.1.1 DATec N° 020-C (Instituto Falcão Bauer da Qualidade, 2017). Para o Estado Limite de Serviço (ELS), devem ser observadas as restrições prescritas nas normas: ABNT NBR 7190 e na ABNT NBR 15575-2.

Para a verificação de cargas apoiadas sobre o entrepiso, deve-se aplicar uma carga pontual de 1 kN na posição mais desfavorável da estrutura, visto que os critérios prescritos na NBR 15575-2 devem ser atendidos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

Caso haja a necessidade de fixação de objetos suspensos, mão francesa nas paredes ou até mesmo redes de dormir, deve ser respeitado o limite de carregamentos exposto na tabela 5 da DATec N° 020-C ou no item 3.1.1.4, caso contrário, deve ser realizado ensaio como prescrito na NBR 15575-4 (Instituto Falcão Bauer da Qualidade, 2017).

Para prever ações de montagem e de manutenção do telhado, o item 3.1.5.2 da DATec N° 020-C exige dimensionar a estrutura de cobertura de forma que suporte uma carga pontual de 1 kN na posição mais desfavorável, sem que ultrapasse os limites de deslocamento de acordo com o item 3.1.5.2 da DATec N° 020-C (Instituto Falcão Bauer da Qualidade, 2017):

- $dv \leq L / 350$ (barras de treliças);
- $dv \leq L / 300$ (vigas principais / terças);
- $dv \leq L / 180$ (vigas secundárias / caibros).

4.3.4 Proteção ao fogo e à corrosão

Todos os materiais selecionados para revestimentos e acabamentos deverão ter as características de propagação de chama controlada como prescritos na ABNT NBR 15575-1. Devem ser obedecidas os procedimentos de segurança contra incêndios previstos item 3.2 da DATec N° 020-C (Instituto Falcão Bauer da Qualidade, 2017), são eles a reação de materiais de revestimento ao fogo, a reação de materiais da estrutura ao fogo e tempo de fuga.

Devido à classe de agressividade no litoral, região a qual o estudo de caso deste trabalho se enquadra, os elementos metálicos destinados à fixação (pregos, placas, chumbadores) deverão apresentar tratamento adequado. Deverão respeitar o tempo mínimo de 720 horas para o aparecimento de corrosão vermelha no material base quando exposto em câmara de névoa salina.

4.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS EXIGÊNCIAS TÉCNICAS

Este trabalho aborda o dimensionamento de uma estrutura em madeira no sistema LWF, um sistema até então pouco utilizado no Brasil. Com este cenário, não se tem nenhum documento que normalize este trabalho no país. Por esta razão este trabalho fez uso da DATec N° 020-C - PBQP-H e do Projeto de Norma CE - 02.126.011-001/2 - Edificações em *Light Wood Framing*. Embora ambos abordem construção no mesmo sistema construtivo é possível destacar algumas particularidades entre estes. A DATec N° 020-C - PBQP-H prevê a construção de edifícios de até 4 pavimentos, ao passo que o PN CE - 02.126.011-001/2 prevê apenas 2 pavimentos.

Para a verificar a evolução da corrosão em elementos metálicos, são utilizados critérios diferentes. Ao passo em que a DATec N° 020-C - PBQP-H utiliza como referência o resultado do experimento de *Salt Spray Water*, o projeto de norma se orienta a partir da qualificação do material.

De forma genérica, PN CE - 02.126.011-001/2 dedica um espaço maior para a explicação do cálculo das paredes diafragma. No entanto, também foi possível observar que o este documento faz menção na tabela 4 do texto do projeto de norma a referência a um grampo como elemento estrutural, ao passo que a NBR 7190 não o considera desta forma.

4.5 CÓDIGO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO DE SANTA CATARINA:

Deverão ser obedecidas as Instruções Normativas referentes a edificações disponibilizadas pelo CBMSC – Diretoria de Segurança Contra Incêndio (DSCI):

Instrução Normativa (IN 003/DAT/CBMSC) - Carga de Incêndio

“Art. 1º Esta Instrução Normativa tem por objetivo estabelecer e padronizar os critérios de concepção, dimensionamento e padrão mínimo de apresentação dos cálculos da carga de incêndio, como fator de classificação do risco de incêndio, conforme a ocupação do imóvel, dos processos fiscalizados pelo CBMSC.” (IN 003/DAT/CBMSC)

Instrução Normativa (IN 018/DAT/CBMSC) – Controle de Materiais de Revestimento e Acabamento

“Art. 1º Esta Instrução Normativa (IN) tem por objetivo estabelecer as especificações mínimas para fiscalização e controle das propriedades e características dos materiais de revestimento e acabamento , utilizados em imóveis e nos locais de eventos, visando prevenir acidentes, restringir a propagação do fogo e o volume de fumaça, nos imóveis fiscalizados pelo CBMSC.” (IN 018/DAT/CBMSC)

4.6 DIMENSÕES DE UM CONTAINER:

O valor limite máximo de dimensão de material a ser armazenado no container é apresentados no Quadro 6. O valor retirado do Quadro 6 é 2,34 m, no entanto com o objetivo de permitir uma folga para manobras na passagem dos painéis pela porta do container e por facilitar a modulação das chapas de OSB optou-se por adotar o comprimento de 2,30 m.

Quadro 6 – Dimensões de containers comercializados.

Dimensões		20 pés	40 pés	40 ft x 8 ft x 9 ft 6 in hi-cube
Externa	Comprimento	6,058 m	12,192 m	12,192 m
	Largura	2,438 m	2,438 m	2,438 m
	Altura	2,591 m	2,591 m	2,896 m
Interna	Comprimento	5,900 m	12,033 m	12,033 m
	Largura	2,352 m	2,352 m	2,352 m
	Altura	2,386 m	2,386 m	2,694 m
Porta	Largura	2,340 m	2,340 m	2,340 m
	Altura	2,280 m	2,275 m	2,580 m
Capacidade Cúbica		33,00 m.cu.	67,60 m.cu.	76,30 m.cu.

(PRIMEX CONTAINERS, 2019)

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo, são tratadas as etapas adotadas para o desenvolvimento do trabalho. Primeiramente, foi feita a revisão do programa de necessidades seguido da representação dos resultados na forma de um quadro resumo baseado na estrutura proposta pela *International Organization for Standardization (ISO) 9699* e do estudo preliminar arquitetônico previamente elaborado (ISO, 1994). Na segunda etapa, foi desenvolvido o estudo de projeto com base na ideologia do PS, apresentada por Fabrício *et al.* (1998).

Este trabalho abordará essencialmente o desenvolvimento de soluções construtivas para o projeto de arquitetura, objetivando-se a elaboração de esquemas e a seleção de materiais. Este trabalho não aborda o pré-dimensionamento estrutural, porém foi feito uso das seções comerciais selecionadas pelo arquiteto na etapa de estudo preliminar arquitetônico, com alterações para a adaptação construtiva das ligações desmontáveis desenvolvidas e para a verificação das dimensões mínimas exigidas pelas normas técnicas.

Embora este trabalho seja fundamentado no PS, a ideologia de simultaneidade não pôde ser aplicada por completo, visto que não havia disponibilidade de projetista para a execução do dimensionamento estrutural.

A revisão do programa de necessidades foi feita baseada em repasses de informações das reuniões anteriores ao início deste trabalho, feitas entre os membros do GIEM e o CBMSC, em questionário enviado e respondido e por uma entrevista com o representante do CBMSC e por entrevista com o arquiteto autor do estudo preliminar arquitetônico. Esperou-se, com isso, conhecer o que já havia sido discutido anteriormente sobre o projeto e reavaliar o estudo do estudo preliminar arquitetônico de acordo com os novos requisitos do CBMSC.

Na etapa de estudo de projeto foram avaliadas as soluções do estudo preliminar arquitetônico relacionadas ao programa de necessidades atualizado. O estudo de projeto objetivou obedecer à identidade visual, a volumetria e as funcionalidades propostas no estudo preliminar arquitetônico fornecido. As análises foram feitas de item a item, de forma que em havendo o cumprimento, as propostas do estudo preliminar arquitetônico serão mantidas, caso não haja, novas soluções serão propostas. Para que fossem feitas as propostas de adequação, foram investigadas várias soluções foram obtidas através dos catálogos de produtos das empresas Rothoblas, Simpson Strong Tie, Gerdau, Brasilit, LP, MF e Madeireira Santos e da observação de estruturas de madeira parafusadas através de pesquisas online e visitas em campo. Na sequência, foram selecionadas propostas de adequação segundo critérios de

viabilidade de na execução, sendo tomados cuidados para escolha das ligações que pudessem ser desmontadas.

Como critério de escolha das soluções foram feitas análises das exigências técnicas previstas nos documentos: Projeto de estruturas de madeira, NBR 7190:1997, Projeto de Norma ABNT PN CE - 02.126.011-001/2 - Edificações em Light Wood Framing; DATec N° 020-C - Sistema estruturado em peças leves de madeira maciça serrada; Instrução Normativa (IN 003/DAT/CBMSC) - Carga de Incêndio; Instrução Normativa (IN 018/DAT/CBMSC) – Controle de Materiais de Revestimento e Acabamento; NR11; NR17; Decreto-Lei n.º 5 452, de 1 de maio de 1943, Consolidação das Leis Trabalhistas.

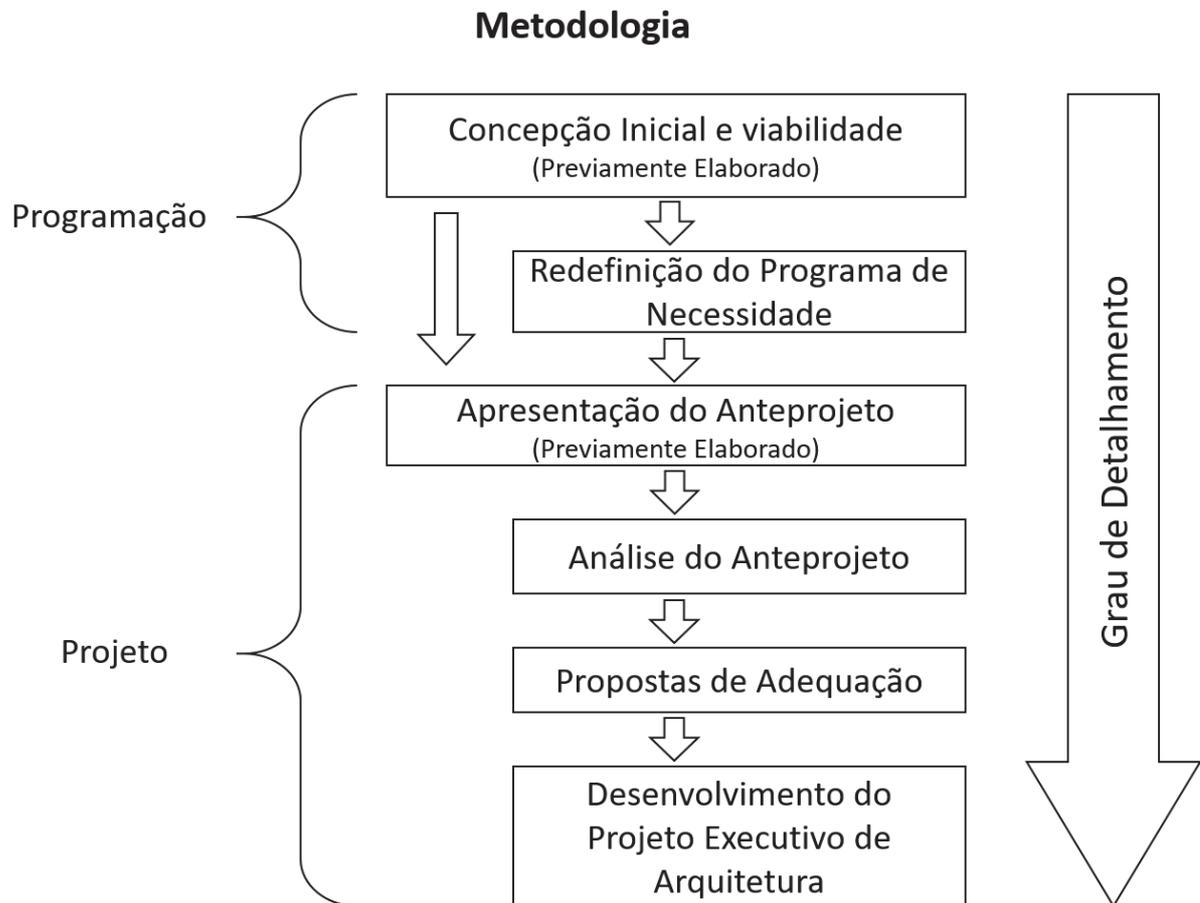
Uma vez concluída a etapa de proposição de modificações para adequação do programa de necessidades, foram elaborados detalhes construtivos dos painéis e das ligações entre painéis e componentes construtivos, através de representações gráficas no *software* de CAD. Para criação da representação da modelagem da edificação e da elaboração de ilustrações em perspectiva, foi utilizado o *software* SchetchUp e para a representação de plantas, cortes e fachadas, o AutoCAD.

Na etapa final, foi feita a documentação do anteprojeto arquitetônico, o que inclui vistas isométricas da edificação, planta baixa da edificação, vista das fachadas, vista isométrica dos painéis, vistas cotadas do quadro estrutural dos painéis, vistas cotada das camadas dos painéis, detalhes construtivos das ligações internas dos painéis, detalhes construtivos das ligações entre painéis e quantitativos de materiais, apresentados no APÊNDICE B. Embora o anteprojeto arquitetônico e o anteprojeto das demais especialidades sejam complementares à composição do projeto para produção, este trabalho se propôs a fazer a penas o primeiro, não contemplando os dimensionamentos. As soluções propostas atendem aos quesitos mínimos de dimensionamento e as recomendações de dimensionamento, quando disponíveis, das normas citadas anteriormente.

Após a apresentação dos resultados do projeto, são apresentadas considerações finais e sugestões para continuidade do trabalho.

As etapas de projeto apresentadas neste trabalho podem ser observadas resumidamente na Figura 16.

Figura 16 – Fluxograma de processos de desenvolvimento do trabalho.



Autor (2019)

6 DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA DE NECESSIDADES DO CBMSC

Nesta seção serão apresentados o *Briefing*, a revisão do programa de necessidades e o quadro resumo baseado nas orientações da ISO 9699 (ISO, 1994).

6.1 BRIEFING

Os primeiros contatos entre o CBMSC e o GIEM da UFSC, aconteceram no ano de 2017. Houve uma primeira conversa com o representante do CBMSC na fase do *Briefing*. Esta etapa aconteceu antes do início do presente trabalho. Foi apresentado aos pesquisadores do GIEM o interesse na elaboração de um projeto de PGV no sistema LWF, por parte CBMSC, devido à possibilidade de permitir a construção de uma estrutura desmontável, leve e de montagem rápida.

O representante da CBMSC explicou na reunião inicial que existem três tipos de PGV: o fixo, que geralmente possui estrutura convencional de concreto e alvenaria, o de apoio, que possui área menor que o fixo e no qual permanecem dois bombeiros durante o uso, e o “cadeirão”, que é uma plataforma de observação elevada em relação ao nível do solo, mas sem proteção para intempéries.

Ainda nesta etapa anterior ao início deste trabalho, o Arquiteto e Doutorando do PósARQ da UFSC Rodrigo Vargas de Souza, devido à sua experiência prática em projetos e execução no sistema LWF, voluntariou-se para desenvolver um estudo preliminar arquitetônico inicial para o PGV. As necessidades iniciais do CBMSC foram repassadas para o Arquiteto Rodrigo, o qual apresentou uma versão inicial do PGV, elaborado em conjunto com a Arquiteta Alexandra Demenighi, sócia do Arquiteto Rodrigo no escritório A + R arquitetura. O estudo preliminar arquitetônico elaborado pela A + R arquitetura será apresentado em detalhes no capítulo seguinte.

Inicialmente, o programa de necessidades estabelecido nas reuniões iniciais se baseou nas seguintes características:

- I. Construída no sistema LWF, devido às características de ser um sistema de construção rápida;

- II. Elevada em relação ao nível do solo, de forma a propiciar que os funcionários do CBMSC tenham visibilidade de maiores distâncias, para a observação dos banhistas e frequentadores da praia. E de forma complementar, também é de interesse do CBMSC que o PGV seja visível para os frequentadores da praia, de forma que sejam facilmente encontrados em casos de eventuais ocorrências. Foi solicitado que a altura do piso estivesse acima do solo de 1,5 m;
- III. Desmontável, de forma que os postos possam ser montados apenas durante a Operação Veraneio da CBCSC (dezembro a março) dispensando a preocupação com vandalismos e intempéries, que costumam ocorrer nos atuais PGV durante os meses de menor movimento nas praias.

O interesse no desenvolvimento do PGV desmontável se originou dos vários episódios de vandalismo e roubo dos PGV do litoral de Santa Catarina. No ano de 2018, foram registradas nas mídias locais doze notificações de postos destruídos no estado de Santa Catarina, ao passo que, apenas no município de Florianópolis, foi registrada a destruição de quatro postos para o mesmo ano (G1, 2018).

São observadas também a ocorrência de invasões aos postos, que são mais comuns nos meses de baixa temporada (BAZZO, 2018), nos quais não há expediente nos PGV. Além disso, existem também casos de PGV destruídos devidos a intempéries climáticas (ndmais, 2018), que segundo o CBMSC, são mais frequentes durante os meses de março a novembro. Portanto, é de interesse do CBMSC que os PGV permaneçam desmontados e guardados durante os meses de março a novembro.

6.2 REVISÃO DO PROGRAMA DE NECESSIDADES

Uma vez que o desenvolvimento do projeto do PGV foi retomado com a oportunidade de realizar este trabalho de conclusão de curso, o autor optou por entrar em contato novamente com o representante do CBMSC que havia feito, inicialmente, a solicitação do projeto ao GIEM. Desta forma, foi enviado um questionário solicitando informações a respeito da ocupação do PGV ao CBMSC. O questionário e as respectivas respostas pode ser observado no APÊNDICE – A deste texto. Também, foi realizada uma entrevista presencial com o cliente, tendo como objetivo confirmar as demandas previamente definidas durante a etapa de *Briefing* e verificar a existência de novas demandas.

6.2.1 Informações da reunião com representante do CBMSC

Ocorreram mudanças nas políticas de governo no Estado entre o ano de elaboração do estudo preliminar arquitetônico e a execução deste trabalho, como por exemplo a troca de governador. No entanto, ainda há interesse na execução do projeto. Os integrantes do Estado Maior Geral do CBMSC têm um posicionamento positivo em relação à realização do projeto, porém são necessárias soluções econômicas para que seja viabilizado. Devido ao caráter de apoio aos PGV fixos destinado ao posto objeto de estudo, espera-se que possua estruturas simples e modulares, de forma similar ao tipo de posto denominado “cadeirão”, porém que permita o fechamento do PGV no período em que não haverá expediente.

A proposta de um PGV de apoio desmontável foi inspirada nos PGV móveis utilizados nos Estados Unidos (Piasecki, 2014), os quais são fabricados em fibra de vidro. Estes postos são realocados em determinadas estações do ano, porém o módulo inteiro da construção é transportado. Esta solução se faz inviável para CBMSC devido ao espaço que seria ocupado com o armazenamento fora do período da Operação Veraneio. Não há registro da construção de PGV desmontáveis até o momento, portanto, configurando um projeto inédito.

Uma solução adequada para a situação atual do CBMSC deve ser principalmente limitada ao valor máximo de R\$ 10.000,00 por unidade. Foi feito pelo arquiteto responsável um orçamento estimativo durante a etapa de elaboração do estudo preliminar arquitetônico. A cotação foi feita em uma madeireira local de Florianópolis, a resultou no custo de R\$ 20.000,00 com base nos materiais solicitados. A mão-de-obra não estava inclusa nesse orçamento preliminar.

O objetivo do projeto é promover uma reestruturação da infraestrutura básica do CBMSC, de forma a desenvolver uma padronização nas construções de PGV. Atualmente, no estado de Santa Catarina não há padronização de sistema construtivo ou de planta baixa para os PGV, podendo ser observados PGV em alvenaria, em madeira, em fibra de vidro e com uso de containers, em todos os casos com modulações diferentes entre si.

Objetiva-se padronizar inicialmente a infraestrutura de apoio, por esta razão este tipo de posto foi o escolhido para o estudo de caso deste trabalho. O processo de substituição pelo

novo padrão deverá ser gradual realizado através da substituição dos postos danificados. Espera-se que a adaptação poderá durar até 10 anos.

Para a fundação do PGV desmontável, deverá ser proposta uma solução que não ofereça risco aos frequentadores da praia quando o posto estiver desmontado. Para isto, deve ser facilmente visível e bem sinalizada ou que possa ser completamente retirada. Blocos de concreto com baixa altura de projeção acima do nível do solo, uso de pinos desprotegidos e conectores metálicos deverão ser evitados.

A edificação deve estar situada na faixa de areia, de forma a manter proximidade aos banhistas. De forma complementar, a edificação deverá evitar ser posicionada na área de vegetação rasteira da praia, devido a questões de preservação ambiental.

Foi solicitado pelo cliente que a altura do posto acima do solo fosse reduzida de 1,5 m para 1,0 m, garantindo que os funcionários do CBMSC tenham visibilidade para maiores distâncias, facilitando a observação dos banhistas, porém, ao mesmo tempo permitindo que os bombeiros possam saltar do PGV rapidamente para atender ocorrências. Também é de interesse do CBMSC, que o PGV seja bem visível para os frequentadores da praia, de forma que sejam procurados em casos de eventuais ocorrências e permitindo que suas paredes sejam usadas para fixação de informações de segurança.

O estudo preliminar arquitetônico deverá ter o tamanho dos painéis parede reduzidos. O PGV deverá ser guardado em containers quando não estiver em uso. Desta forma, a modulação dos elementos estruturais foi pensada de forma que suas dimensões viabilizem a passagem pela porta de um container típico.

As soluções propostas para o projeto apresentado neste trabalho, objetivaram alterar da menor forma possível o estudo preliminar arquitetônico realizado. O arquiteto autor do estudo preliminar arquitetônico foi consultado durante as etapas iniciais de desenvolvimento do anteprojeto arquitetônico.

6.2.2 Delimitação dos requisitos

Com base nas entrevistas e nos questionamentos enviados ao CBMSC foram eleitos os seguintes requisitos:

- I. O Posto Guarda Vidas será uma infraestrutura de apoio destinada aos funcionários do CBMSC, com o objetivo de observação dos banhistas.;
- II. O orçamento disponível para cada PGV é de até R\$ 10.000,00;

- III. O Posto Guarda Vidas deverá ser montado na praia;
- IV. O Posto Guarda Vidas deverá ser montado a um metro de elevação partindo do nível do terreno;
- V. O Posto Guarda Vidas deverá ser desmontável;
- VI. Todas as aberturas de portas e janelas deverão possuir fechamento
- VII. O Posto Guarda Vidas deverá ser guardado em containers quando não estiver em uso;
- VIII. Os elementos estruturais deverão ser dimensionados de forma que possam ser transportados manualmente do ponto de acesso de veículos da praia até o local de instalação, devido à dificuldade de acesso de veículos na areia da praia;
- IX. Deve haver preocupação com a visibilidade da fundação na areia da praia, pois quando o posto estiver desmontado, elementos da fundação poderão representar riscos para os frequentadores da praia;
- X. O Posto Guarda Vidas deverá ser replicável em diversos locais ao longo do litoral de Santa Catarina. Por esta razão, deverão ser estudados os casos extremos de marés altas observados no estado de Santa Catarina para a delimitação da altura mínima de elevação da fundação acima do solo.

6.3 RESUMO DO PROGRAMA DE NECESSIDADES

Quadro 7 – Compilação do programa de necessidades.

(C) Requisitos de projeto e desempenho	
C.1 Local e entorno	Acessos: Através da praia
	Manutenção: Vistoria e manutenção deverão ser feitas anualmente no processo de desmontagem da edificação.
C.2 O edifício como um todo	Características físicas: Estrutura de madeira de suspensa, esquadrias fecháveis, desmontável, possuindo uma varanda em balanço e forma trapezoidal.
C.3 Desempenho do edifício	Estrutura: Respeitar as normas referentes a carregamentos
	Invólucro externo: Respeitar as normas referentes a estanqueidade de revestimentos.
	Tamanho limite dos painéis: 2,30 m
C.4 Agrupamentos dos espaços	Zoneamento: Área interna (AI) e área externa (AE)
	Relações espaciais: Deverá haver um desnível mínimo de 1,5 cm entre área interna (AI) e área externa (AE) (Instituto Falcão Bauer da Qualidade, 2017).
	Características físicas: Ambiente interno área seca e ambiente externo área molhada
C.5 Espaços em detalhes	Características físicas: AI, espaço fechado e seco podendo comportar pequenos móveis; AE, área aberta e molhada, podendo comportar pequenos móveis, porém com menor capacidade de carga que o espaço interno.
	Atividades relacionadas: AI, curtas estadias, pequenas refeições e vigília; AE: Vigília.
C.6 Instalações, equipamentos e mobiliários	Itens por categoria: Bancos com baú embutido
	Área de uso: Ambiente Interno
C.7 Custo de produção	Inferior a R\$ 10.000,00.

(Autor, 2019)

7 DESCRIÇÃO DO ESTUDO PRELIMINAR ARQUITETÔNICO DO POSTO GUARDA VIDAS

O estudo preliminar arquitetônico elaborado pela A + R arquitetura consiste em um PGV constituído por painéis de madeira no sistema LWF. O PGV terá como particularidades ser elevado em relação ao solo, sendo sustentado por 4 pilares.

Os painéis que formam a estrutura podem ser divididos como painéis do telhado, painéis das paredes e painéis do entrepiso, todos serão construídos no sistema LWF. Os pilares que sustentam a edificação serão dimensionados através dos métodos propostos na NBR 7190/1997 utilizando-se Madeira Laminada Colada (MLC).

No estudo preliminar arquitetônico não foi feito detalhamento de conexões. Na etapa do estudo preliminar arquitetônico é esperado um nível de detalhamento que não abrange as conexões e as fundações, busca-se definir apenas a planta baixa, o volume da edificação e identidade visual.

As dimensões necessárias para o PGV foram informadas para o GIEM durante a reunião de *Briefing*, juntamente com o pedido do estudo preliminar arquitetônico e orçamento estimativo, para se fazer a análise de viabilidade da obra. No entanto, vale-se ressaltar que este trabalho não se aprofundará na análise de viabilidade do custo estimado, mas apenas nas definições técnicas de projeto. Uma perspectiva do estudo preliminar arquitetônico do PGV pode ser observada na Figura 17, onde podem ser vistas as fachadas frontal e lateral.

De forma geral, o estudo preliminar arquitetônico busca apresentar as principais ideias de volumetria e forma da edificação. Para que fosse realizado este estudo, foram feitas nesta etapa formas e tamanho dos elementos estruturais baseados na experiência do arquiteto projetista.

No estudo preliminar arquitetônico está proposta a elaboração da estrutura contendo quatro painéis do tipo parede com revestimento externo com régua de madeira. Foi previsto um painel para o telhado, com cobertura com telhas metálicas e calha central e quatro pilares de madeira serrada aos quais a estrutura é fixada. Uma vista em perspectiva contendo as fachadas traseira e lateral pode ser observada na Figura 18.

Todos os painéis parede possuem aberturas com portas e/ou janelas, porém, apenas as aberturas das fachadas frontal e traseira terão fechamento. O painel do entrepiso terá uma

escada fixada em sua extremidade frontal na vertical, que permite o acesso dos usuários da estrutura pela varanda.

Figura 17 – Vista em perspectiva das fachadas lateral e lateral direita.



(SOUZA, 2018).

Figura 18 – Vista em perspectiva das fachadas traseira e lateral direita.



(SOUZA, 2018).

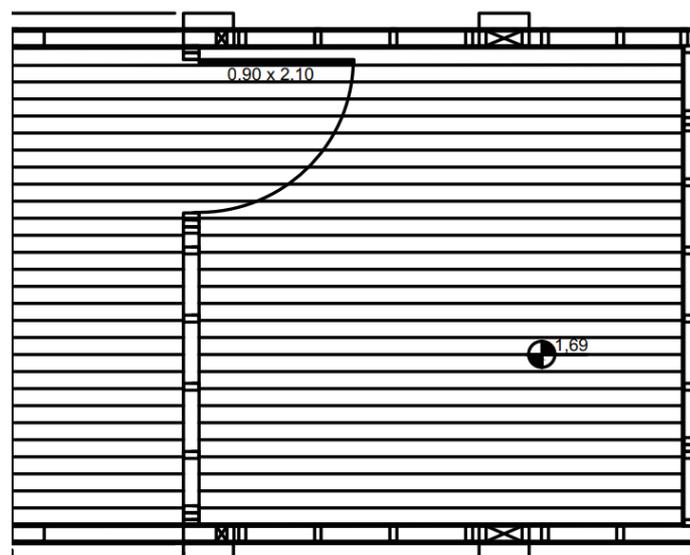
O estudo preliminar arquitetônico prevê dois ambientes, sendo eles um ambiente interno de 7,78 m² e um ambiente externo de 3,13 m². A planta baixa da edificação pode ser observada na Figura 19.

Os painéis tiveram as dimensões e distância elementos do quadro estrutural estimados. Foram utilizados montantes de seção transversal 4 cm x 9 cm para paredes e barrotes de seção 4,5 cm x 19 cm para o entrepiso. As dimensões definitivas das seções e o posicionamento deverão ser definidos na ocasião da elaboração do projeto estrutural, juntamente ao dimensionamento das ligações.

O PGV possui quatro painéis paredes. O detalhamento dos painéis pode ser observado no ANEXO A. Os painéis das paredes têm fechamento em OSB e revestimento de madeira em ambos os lados. Já o painel do entrepiso tem fechamento em OSB em sua face superior, não possuindo fechamento na face inferior.

O telhado idealizado tem calha central e utiliza telhas metálicas. As telhas são apoiadas em terças de seção similar à seção dos montantes dos painéis paredes. Cada terça tem suas extremidades fixadas à extremidade superior dos montantes das paredes, como pode se observar no detalhamento no ANEXO A.

Figura 19 – Planta baixa do estudo preliminar arquitetônico do PGV.



(SOUZA, 2018).

8 ANÁLISE DO ESTUDO PRELIMINAR ARQUITETÔNICO TENDO EM VISTA O PROGRAMA DE NECESSIDADES

Esta etapa analisa o alinhamento a entre as características do estudo preliminar arquitetônico e os requisitos do programa de necessidades revisado.

8.1 OBJETIVO

O estudo preliminar arquitetônico está em conformidade à proposta de uso do Posto Guarda Vidas, para ser usado pelo CBMSC como ponto de observação e de assistência aos banhistas e frequentadores das praias do litoral de Santa Catarina.

8.2 DETALHAMENTO DE LIGAÇÕES

O estudo preliminar arquitetônico não apresenta detalhamento das ligações, portanto, estas deverão ser desenvolvidas para a etapa de anteprojeto arquitetônico. Valendo-se ressaltar que todos os materiais metálicos utilizados na construção deverão ser resistentes à ação da salinidade do ambiente litorâneo, portanto são utilizados materiais da classe de uso 3 como indicada no Quadro 5.

Foi feito, na etapa de anteprojeto arquitetônico, o detalhamento das ligações entre painéis. O detalhamento deverá levar em conta o fato do PGV ser desmontável, desta forma, cuidados específicos para situações de transporte, armazenamento e ciclos de montagem devem ser tomados em busca de permitir a viabilidade do projeto.

8.3 DETALHAMENTO DE PAINÉIS

O nível inferior do entropiso deverá ter a altura revista para um metro acima do nível do solo. O Posto Guarda Vidas deverá ser construído de forma que seja elevado, como foi previsto no estudo preliminar arquitetônico. No entanto, como visto no item Delimitação dos requisitos, foi solicitada a alteração da altura.

Devido à dificuldade de acesso de veículos a areia da praia, os elementos estruturais deverão ser dimensionados de forma que possam ser transportados manualmente do ponto de

acesso de veículos da praia até o local de instalação do PGV, prevendo os tamanhos e pesos máximos que os critérios de ergonomia limitam para operários.

O estudo preliminar arquitetônico não detalha o revestimento da edificação. Na etapa de anteprojeto arquitetônico são detalhados os revestimentos internos e externos dos painéis paredes e o revestimento interno dos painéis do entrepiso.

8.4 DETALHAMENTO DOS PILARES E FUNDAÇÕES

O estudo preliminar arquitetônico não detalha o sistema construtivo dos pilares nem sua forma de vinculação com a fundação. Na etapa de anteprojeto arquitetônico, foram escolhidos tanto o material dos pilares como a forma de vinculação à fundação. No entanto, não foi feito o dimensionamento estrutural.

O estudo da fundação do PGV não está contemplado neste trabalho, porém é importante destacar na fase de projeto a preocupação com a visibilidade dos pontos de apoio dos pilares, pois elementos pequenos (chapas, pinos ou esperas de concreto de pequenas dimensões) poderão representar riscos para os frequentadores da praia quando o PGV não estiver montado.

9 PROPOSTAS DE ADEQUAÇÃO DO ESTUDO PRELIMINAR

Nesta etapa serão apresentadas as soluções discutidas em reunião com o cliente e as propostas do autor para o detalhamento do anteprojeto arquitetônico, de forma a solucionar os requisitos propostos pelo programa de necessidades e promover o atendimento aos requisitos técnicos.

9.1 ALTERAÇÕES NAS DIMENSÕES EM PLANTA

Será proposta a redução das dimensões da área interna da edificação. A alteração irá influir nos custos de materiais e permitirá que cada parede seja composta de um único painel, sem ultrapassar as dimensões limites da porta de um container, e reduzindo o custo com elementos de ligação entre painéis.

Em sincronia com os objetivos do projeto, a redução das dimensões dos painéis deverá facilitar o atendimento dos limites de peso de elementos carregados manualmente, indicação de uma pessoa para cada 30 kg de painel. Desta forma para uma situação hipotética de um painel de 300 kg serão necessárias no mínimo 10 pessoas para seu carregamento manual.

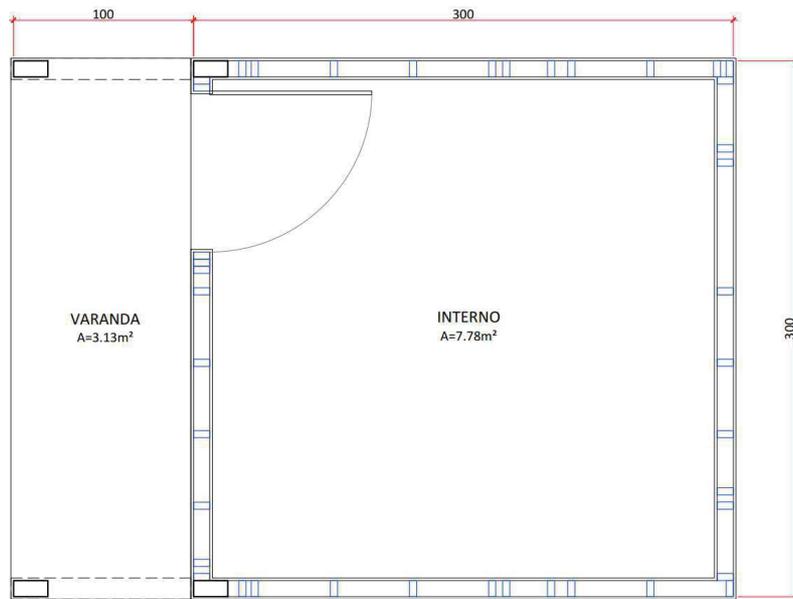
Como o objetivo de reduzir os efeitos da redução da área interna do PGV foi feita uma análise da disposição dos painéis com o objetivo de ter o melhor aproveitamento da área interna útil. Inicialmente, a planta baixa do estudo preliminar arquitetônico apresentava 7,78 m² de área interna e 3,13 m² de área externa como pode ser observado na Figura 20.

Em uma primeira proposta do projeto, procurou-se manter as dimensões do estudo preliminar arquitetônico. No entanto a modulação do painel para a acomodação destes nos containers exigiu redução em suas dimensões, o que gerou a redução da área construída da edificação, em contrapartida, objetivou-se aumentar a área da varanda devido ao fato de ser o principal ponto de trabalho dos guarda vidas. O resultado obtido pode ser observado na Figura 21.

Após alguns testes de modulação dos painéis, observou-se que, alterando as posições dos painéis ao se encaixar as ligações entre os painéis de paredes, poderia ser obtido um ganho de área útil. Este painel foi o escolhido para ser feita a divisão devido à sua menor contribuição de resistência a esforços horizontais. O PN ABNT CE - 02.126.011-001/2 prescreve que as

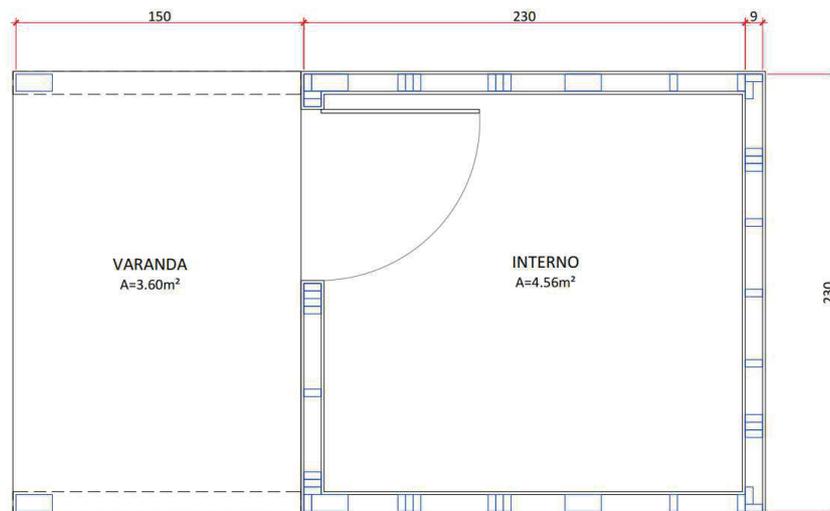
áreas de OSB superiores e inferiores às aberturas no painel parede devem ser desconsideradas no cálculo da resistência a esforços horizontais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019). A planta baixa obtida através da divisão do painel frontal pode ser observada na Figura 22.

Figura 20 – Planta baixa do estudo preliminar arquitetônico original (dimensões em cm).



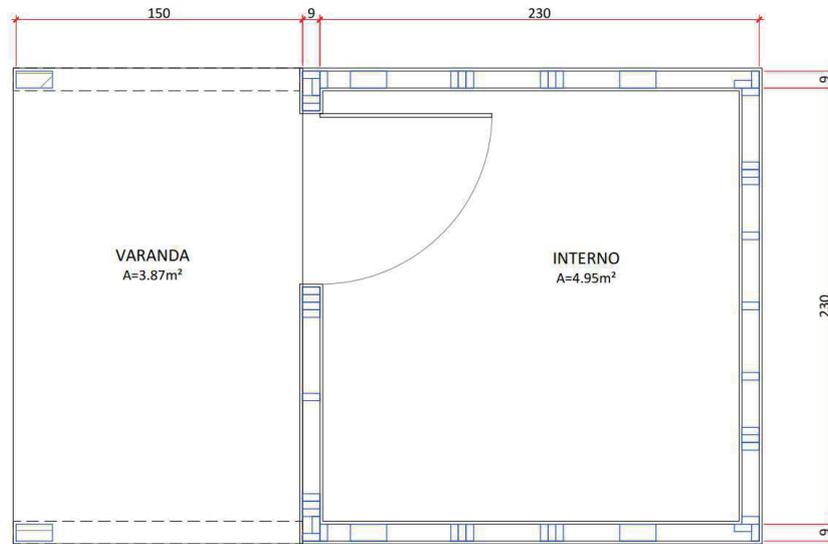
Autor (2019)

Figura 21 – Planta baixa da 1ª proposta de alteração (dimensões em cm).



Autor (2019)

Figura 22 - Planta baixa da 2ª proposta de alteração (dimensões em cm).



Autor (2019)

9.2 ALTERAÇÕES NO REVESTIMENTO

Será proposto também o uso de chapas cimentícias como revestimento dos painéis paredes. Esta decisão gera economia devida ao custo unitário do material. Um orçamento estimativo do custo de revestimentos utilizando réguas do tipo *siding* de madeira, que foi usado no estudo preliminar arquitetônico, e utilizando placas cimentícias pode ser observado no Quadro 8 (as cotações foram feitas em lojas da cidade de Florianópolis).

Quadro 8 – Comparativo de custos de materiais de revestimento.

Siding		Placa Cimentícia	
45	reais	100	reais
3 x 0,135	m	1,2 x 2,40	m
0,4	m ²	2,88	m ²
112,5	reais/m ²	34,72222	reais/m ²
Custo final		Custo Final	
49,28	m ²	49,28	m ²
5544	reais	1711,111	reais

Autor (2019)

Segundo o código de obras municipal de Florianópolis (FLORIANÓPOLIS, 2000), o pé direito mínimo é de 2,60 m e a área mínima é 4,00 m², para salas de espera, bancas ou boxes,

sendo necessária a inscrição de um círculo de 1,50 m de diâmetro na área fechada. Com o limite de altura interna, a extremidade mais baixa da terça deverá estar na cota de 2,60 m ou superior.

Tanto as fachadas laterais e de fundo do PGV poderão ser aproveitadas como murais informativos para o público, colocando-se informações como o número de emergência em destaque ou orientações/procedimentos de segurança.

Ao contrário do adotado no estudo preliminar arquitetônico, no projeto executivo todas as aberturas de portas e janelas deverão possuir fechamento. Esta medida se dá devido a segurança contra invasões.

9.3 ALTERAÇÕES NO TELHADO

Com o objetivo de redução de custos foi proposto adaptar o telhado para um único plano de caimento em lugar de duas águas como está no estudo preliminar arquitetônico, de forma a não utilizar os componentes de captação de água da chuva. O telhado proposto tem a execução mais simples e contém menos elementos. Com o intuito de promover conforto térmico aos usuários em virtude da insolação e da transferência de calor, será proposta a utilização de telha metálica termo acústica.

9.4 MODIFICAÇÕES PROPOSTAS NOS PAINÉIS PAREDE

9.4.1 Dimensões

A redução do tamanho da janela da fachada dos fundos de 180 cm para 64 cm de largura aumentará a área de OSB resistência à esforços horizontais. Isso pode gerar reduções de custos com estruturas de contraventamento. Devido ao fato do desconto da área resistente a esforços horizontais prescrito no PN ABNT CE - 02.126.011-001/2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019). No entanto, a necessidade de ser executada estruturas adicionais de contraventamento deverá ser verificada por ocasião do desenvolvimento do projeto estrutural.

Será proposta a utilização de painéis com 2,30 m de comprimento, considerando a limitação da maior dimensão da porta do tipo de container mais restritivo obtido no mercado.

9.5 DETALHES CONSTRUTIVOS PARA O ANTEPROJETO ARQUITETÔNICO

Nesta seção serão apresentadas as exigências de detalhamento que fogem ao escopo da etapa de estudo preliminar arquitetônico. Uma vez que se objetiva desenvolver o anteprojeto arquitetônico, é exigido um grau de detalhamento maior do que num estudo preliminar arquitetônico, de forma a ter-se definições construtivas de materiais e sistemas de ligação. O projeto executivo diferencia-se do projeto para produção por não abranger o projeto executivo de estruturas e detalhes para a execução e operação do trabalho em canteiro, no entanto serão apresentados neste trabalho o manual de montagem da edificação.

9.5.1 Ligações

Foi feito o detalhamento das ligações entre painéis. Esta etapa foge do escopo do estudo preliminar arquitetônico e, portanto, deve ser realizado nesta etapa do trabalho. Uma vez que o projeto exige ligações que permitam desmontar a construção, serão tomadas como base as ligações utilizadas tradicionalmente no sistema construtivo não desmontável para propor novos detalhes.

As ligações montante-montante, chapas de OSB - montantes, placas cimentícias - chapas de OSB e chapas de OSB - chapas de compensado naval, não necessitam ser desmontáveis e, portanto, utilizarão os tipos de detalhes descritos nos respectivos manuais de fabricantes de cada material.

9.5.2 Definição de materiais utilizados

Seguindo a proposta do estudo preliminar arquitetônico, são utilizados para a composição do quadro estrutural dos painéis, montantes em madeira serrada de *Pinus sp.* e chapas de OSB, de características mecânicas compatíveis às exigidas (descrito no item 4.1.3. deste trabalho).

Tanto para o revestimento da face externa como para o revestimento interno dos painéis, optou-se por utilizar placas cimentícias como apresentado no item 9.2 deste trabalho.

Para o revestimento do entrepiso, optou-se por utilizar chapas de compensado naval, por serem resistentes à umidade, para conferir ao piso de madeira uma maior durabilidade.

Os pilares que sustentam a edificação podem ser constituídos de madeira serrada ou de MLC, desde que atenda ao critério de área mínima de seção transversal apresentado no item 4.1.3 deste trabalho. Para este trabalho foi selecionada a utilização de madeira serrada devido a facilidade de obtenção de fornecedores, no entanto, poderá ser necessário a constituição de uma seção composta. Para o atendimento das especificações técnicas determinadas no projeto executivo estrutural.

A redução da cota do entrepiso em relação ao solo é justificada pela forma de trabalho dos guarda vidas durante as emergências, no entanto, a redução da altura impacta também no custo da estrutura. A redução da altura total da construção reflete em menores cargas horizontais de efeito do vento, podendo representar redução de gastos em contraventamento na estrutura. No entanto, a confirmação desta redução das ações somente será evidenciada após a realização do projeto estrutural, que não foi feito neste trabalho.

9.5.3 Conexão com a fundação

Na entrevista com o representante da CBMSC, foi informado que a amplitude de variação de cotas de maré pode variar muito conforme o período do ano e à fatores climáticos adversos. No entanto, na mesma ocasião, também foi informado que a variação de cota de maré, na maioria dos casos, não ultrapassará a cota de 40 cm acima do solo no ponto onde se pretende instalar o PGV. Desta forma, a estrutura de fundação em concreto deve possuir seu ponto mais alto acima da cota de 40 cm do solo, de forma a garantir que não haja imersão da base do pilar de madeira na água do mar. Adotou-se no projeto executivo a cota mais baixa do pilar de madeira a partir de 50 cm acima do nível do solo. De forma complementar o PGV não poderá ser construído em áreas as quais as marés superam essa altura, recomendando-se, portanto, a adoção de uma posição mais afastada do mar para a alocação da obra.

10 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE PROJETO DE ARQUITETURA:

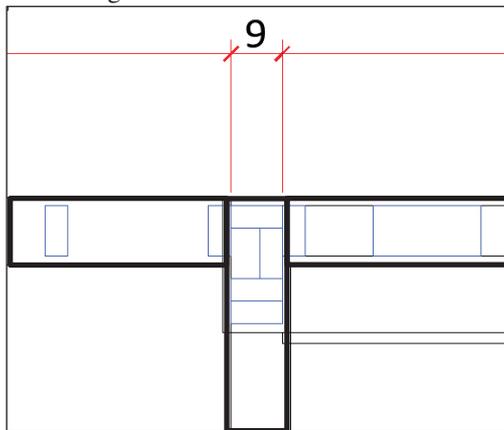
Este capítulo apresenta as soluções construtivas e materiais adotados no projeto do PGV, analisando o desenvolvimento da planta baixa, das fachadas, o detalhamento dos painéis, o detalhamento das ligações e os quantitativos, sem a verificação da segurança estrutural para as ações previstas. Por fim, também foi elaborada uma proposta de sequência de montagem e desmontagem da edificação, visto que esta seja uma das peculiaridades do sistema construtivo para este trabalho.

Os detalhamentos de paginação de chapas de OSB, de paginação de chapas de compensado naval, de paginação placas cimentícias, os quantitativos dos painéis, detalhamento dos painéis e detalhes construtivos das ligações, serão descritos neste capítulo e poderão ser observados em detalhes no APÊNDICE B .

10.1 PLANTA BAIXA

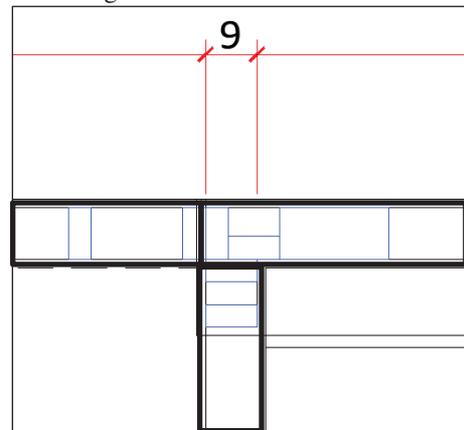
No desenvolvimento do trabalho, foi detectado que a conexão entre painéis laterais, painel frontal e painéis laterais da área aberta exigiriam ligações que permitem o desmonte e remontagem por várias vezes. Com o objetivo de promover que a ligação entre os três painéis se fizesse viável, no desenvolvimento dos detalhes foi proposto o reposicionamento dos painéis paredes, sob o custo de não reduzir o espaço interno como representado na Figura 23 e na Figura 24.

Figura 23 – Conexão descartada



(Autor, 2019)

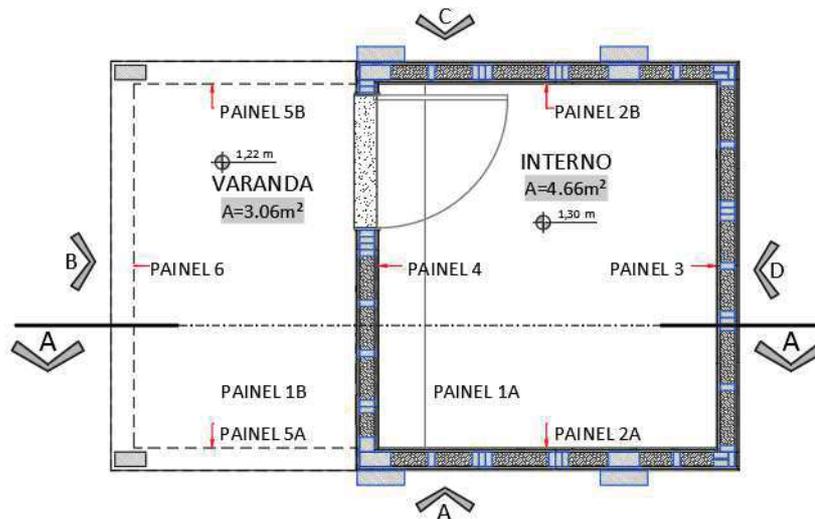
Figura 24 – Conexão adotada



(Autor, 2019)

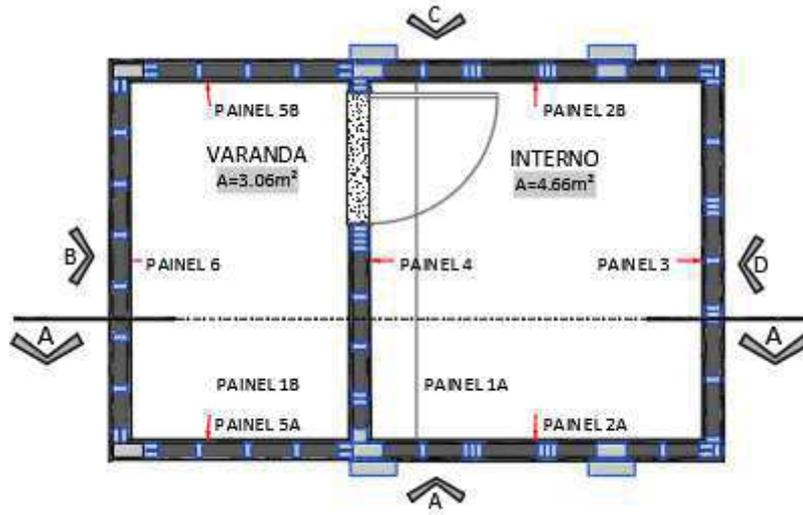
Desta forma, a planta baixa adotada para o posto guarda vidas pode ser observada na Figura 25. A edificação, com a nova planta, possui $3,87 \text{ m}^2$ de área externa e $4,68 \text{ m}^2$ de área interna.

Figura 25 – Planta baixa proposta após modificações nas ligações do painel frontal.



(Autor, 2019)

Figura 26 - Planta alta (cota a 2,2 m) proposta após modificações nas ligações do painel frontal.

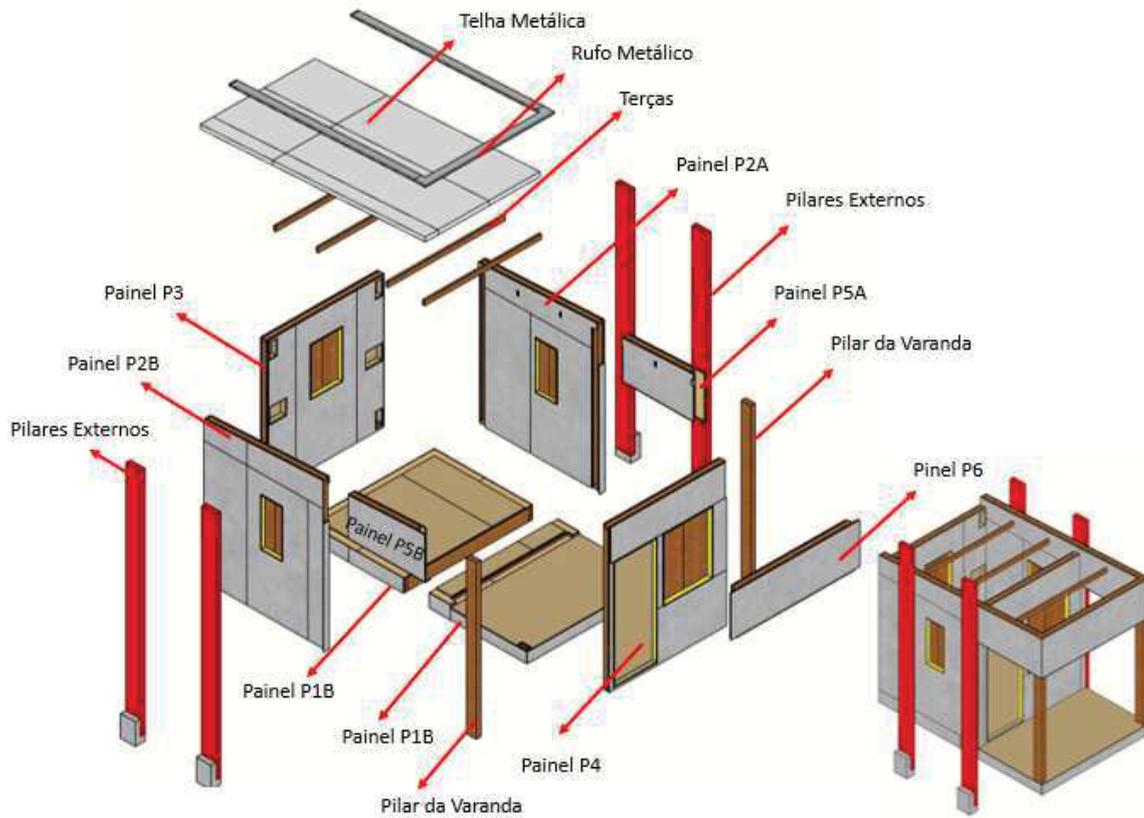


(Autor, 2019)

10.2 DETALHAMENTO DOS PAINÉIS

Os painéis foram identificados de forma que facilitasse a sua posição na construção. Cada painel está apresentado detalhadamente no APÊNDICE B .

Figura 27 – Vista Isométrica explodida do PGV.

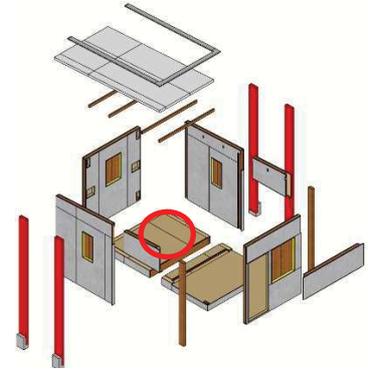
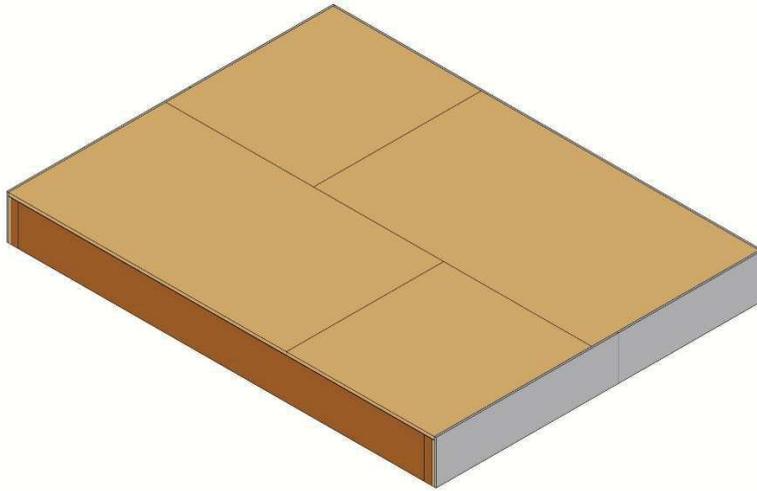


(Autor, 2019)

Os painéis desenvolvidos neste trabalho foram nomeados da seguinte forma, a indicação dos nomes pode ser acompanhada na Figura 25:

P1A: Painel entrepisso área interna

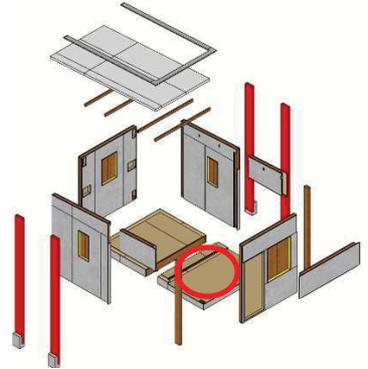
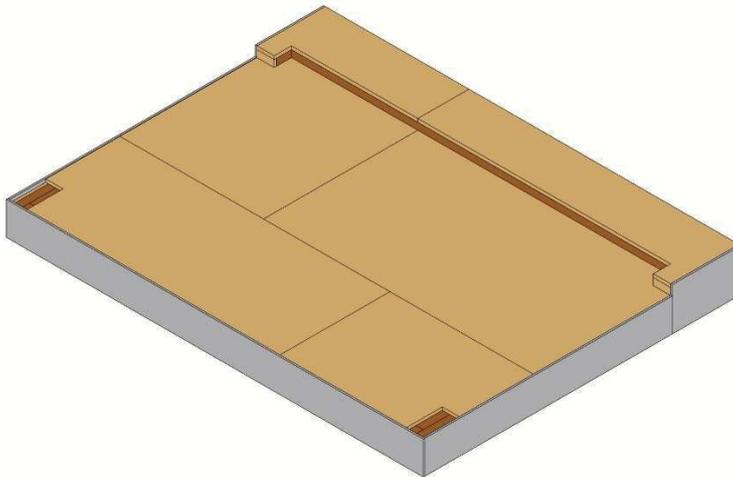
Figura 28 - Vista isométrica e localização do painel P1A.



(Autor, 2019)

P1B: Painel entrepisso área externa, ver Figura 29.

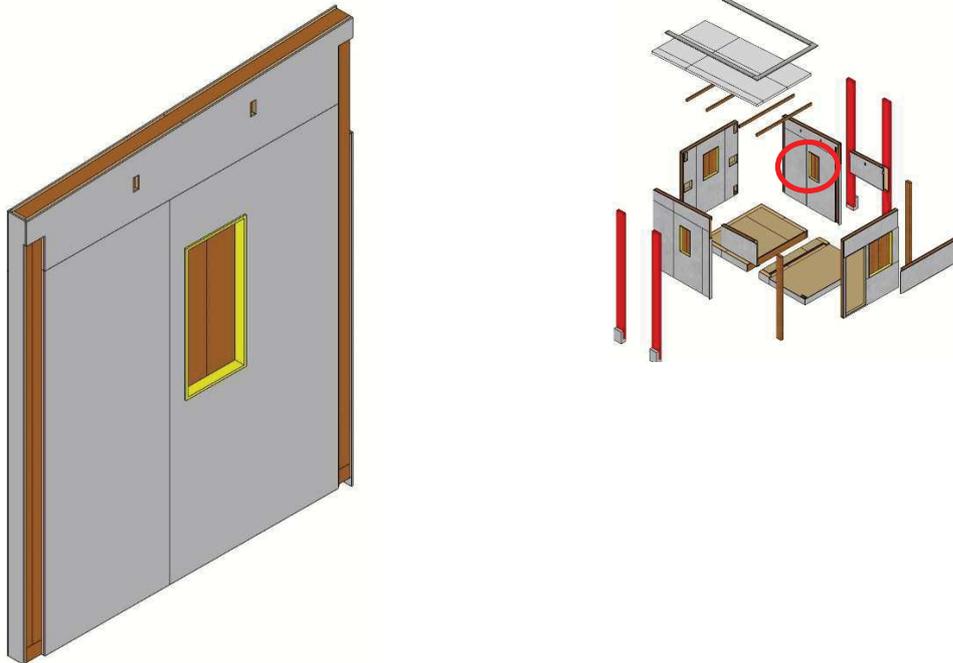
Figura 29 – Vista isométrica e localização do painel P1B.



(Autor, 2019)

P2A: Painel parede lateral A, ver Figura 30.

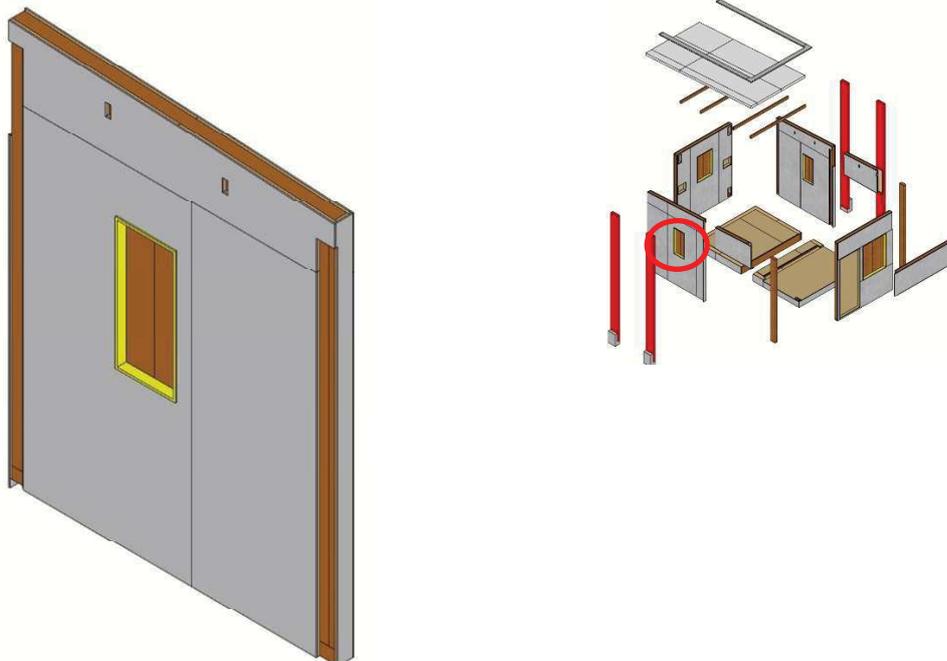
Figura 30 – Vista isométrica e localização do painel P2A.



(Autor, 2019)

P2B: Painel parede lateral B, ver Figura 31.

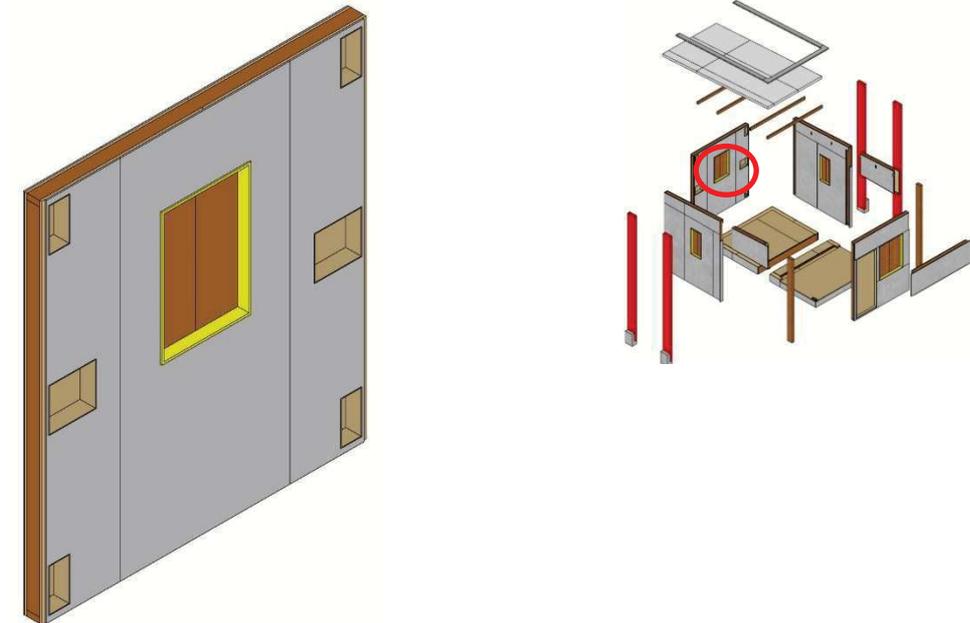
Figura 31 – Vista isométrica e localização do painel P2B.



(Autor, 2019)

P3: Painel parede posterior, ver Figura 32.

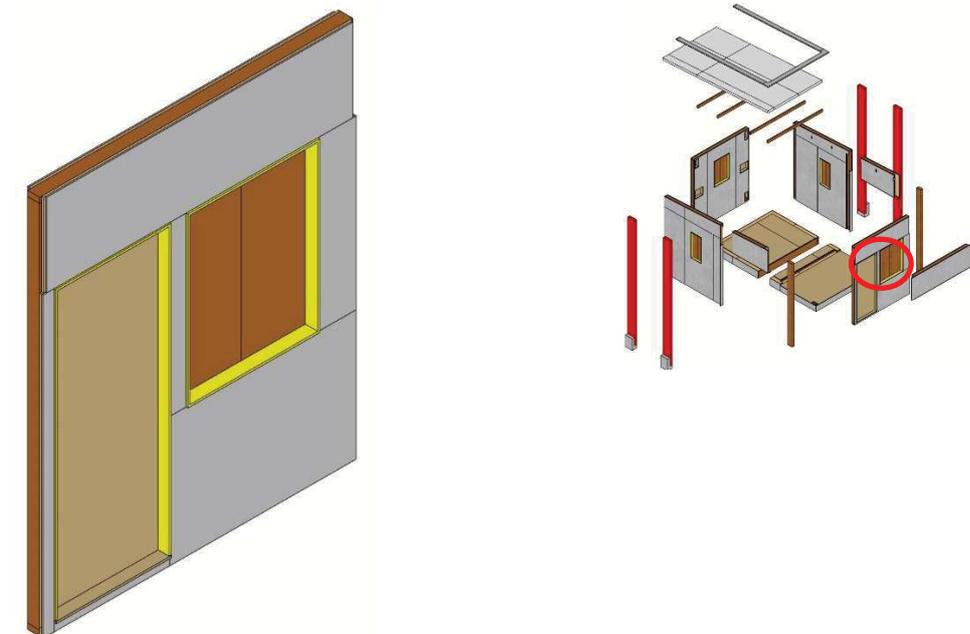
Figura 32 – Vista isométrica e localização do painel P3.



(Autor, 2019)

P4: Painel parede frontal, Figura 33.

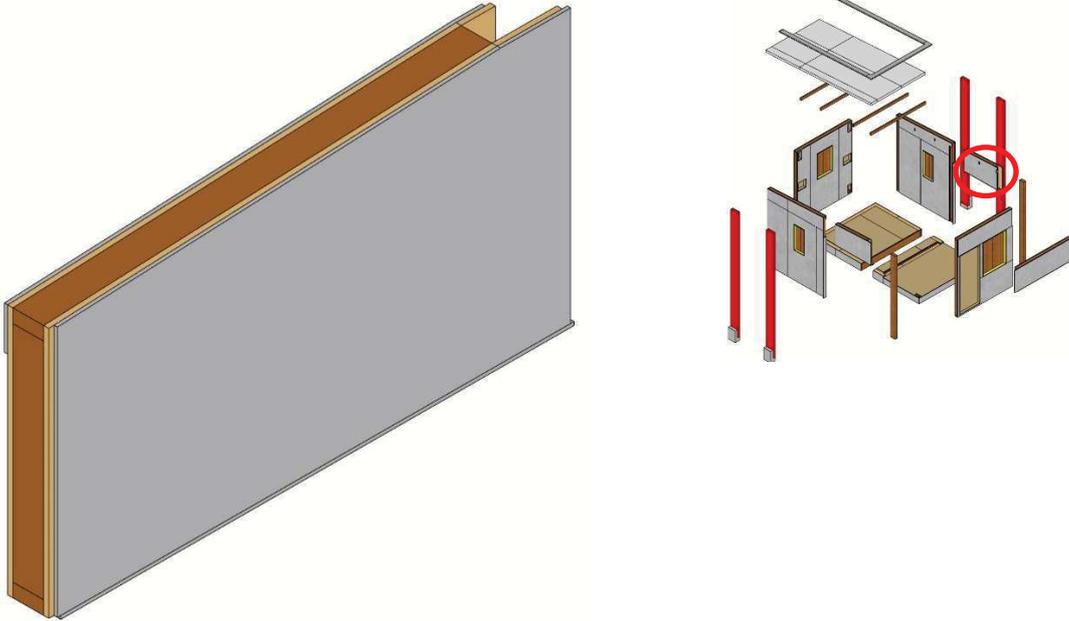
Figura 33 – Vista isométrica e localização do painel P4.



(Autor, 2019)

P5A: Painel parede externa lateral A, Figura 34

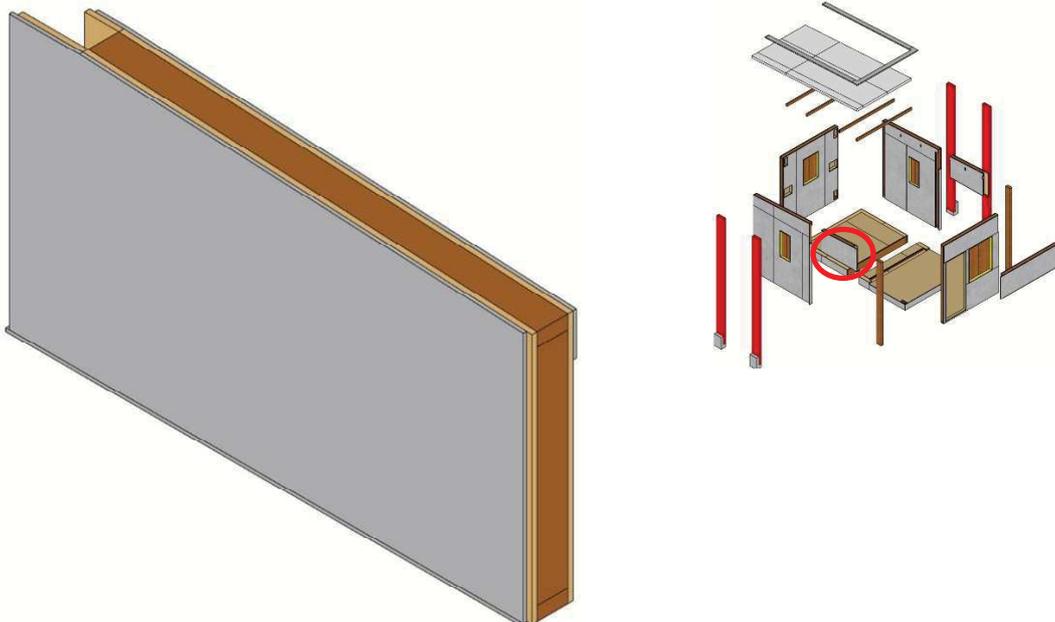
Figura 34 – Vista isométrica e localização do painel P5A.



(Autor, 2019)

P5B: Painel parede externa lateral B, Figura 35

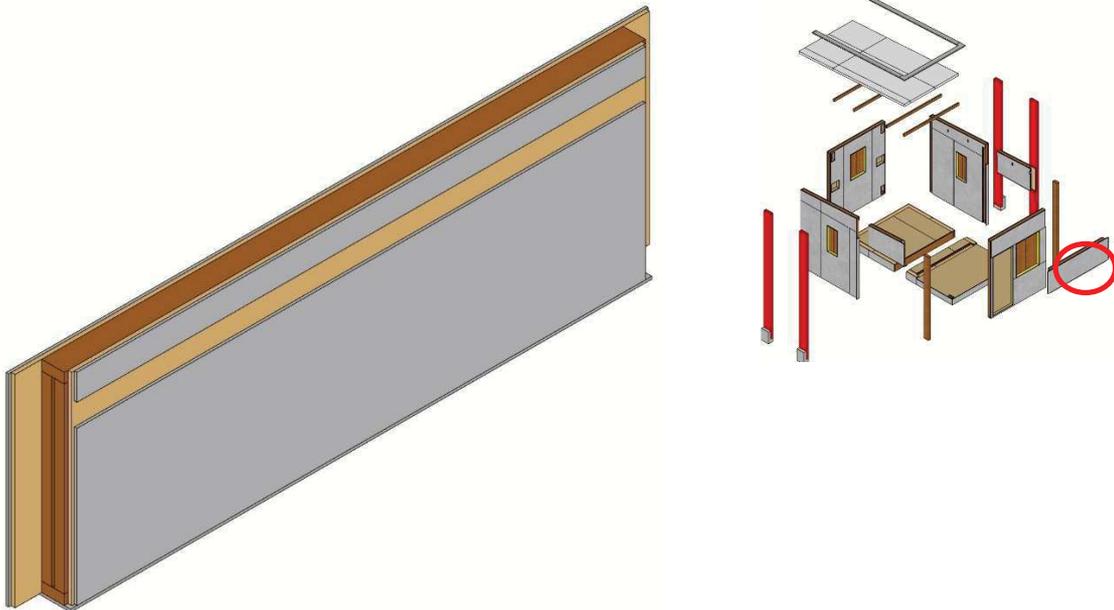
Figura 35 – Vista isométrica e localização do painel P1B.



(Autor, 2019)

P6: Painel parede externa frontal, ver Figura 43.

Figura 36 – Vista isométrica e localização do painel P6.



(Autor, 2019)

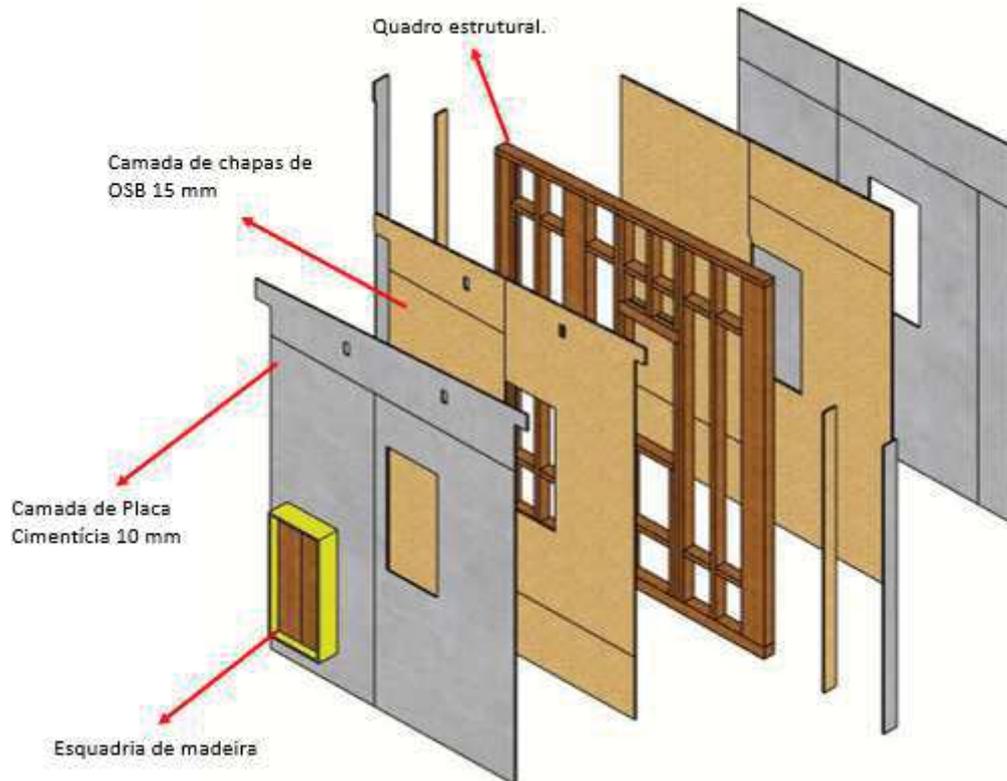
O telhado não foi estruturado na forma de um painel, por esta razão não consta nessa seção, no entanto será abordado posteriormente.

10.2.1 Detalhamento dos painéis paredes

As paredes da edificação serão constituídas por 7 painéis, P2A, P2B, P3, P4, P5A, P5B e P6. As camadas dos painéis paredes serão compostas, respectivamente, por placa cimentícia de 10 mm na face interna, chapa de OSB de 15 mm, quadro estrutural, chapa de OSB de 15 mm, camada de membrana hidrófuga e placa cimentícia 10 mm na face externa, como representado na Figura 37.

Para a estrutura dos painéis paredes, foram adotados montantes de *Pinus* seções 4 cm x 9 cm e 9 cm x 9 cm (como apresentados no item 3.3.1 deste trabalho), de acordo com a necessidade de perfuração do elemento.

Figura 37 - Vista isométrica explodida.



Autor (2019)

É apresentada uma proposta de disposição das placas cimentícias no APÊNDICE B. Uma vez que as placas cimentícias não tem função estrutural no sistema construtivo, o executor tem maior flexibilidade de aplicação do material. No entanto, deverão ser seguidas as prescrições mínimas de parafusos exigido para a ligação da placa cimentícia ao painel de OSB, baseando-se no manual do fabricante.

As chapas de OSB deverão ter toda a sua borda pregada em algum elemento de madeira serrada, sejam eles montantes, vergas ou corta chamas, o que é obtido com maior facilidade ao dispor as chapas na posição vertical, como representado na Figura 37. Optou-se pela utilização da chapa de OSB *Home Plus* de 15 mm e espessura (um tamanho acima do recomendado pela Quadro 1 deste trabalho) devido à maior intensidade de ventos no ambiente litorâneo. O posicionamento das chapas de OSB nos painéis e uma proposta de paginação das chapas podem ser observados no APÊNDICE B. Devido à finalidade estrutural desempenhada pelas chapas de OSB, apenas o responsável pelo projeto estrutural poderá propor mudanças nas posições das chapas.

Priorizou-se utilizar chapas de OSB sem recortes, sempre que possível, por questões de racionalização de material e por apresentarem melhor rigidez ao painel. Nos casos de chapas

de OSB com bordas livres, devem ser posicionados elementos horizontais, denominados de corta chamas, de forma a reduzir o risco de falha das chapas de OSB por instabilidade lateral.

Recomenda-se a utilização de pregos anelados para madeiras macias (como é o caso do *Pinus*), por esta razão, serão indicados os pregos anelados 17 x 24, (2 1/4 x 11).

Ao passo que para a fixação das placas cimentícias, é indicada a utilização de parafusos com brocas, para o PGV foi selecionada a utilização do parafuso autobrocante com cabeça flangeada de 4,8 mm x 25 mm.

10.2.2 Detalhamento dos painéis de entrepiso

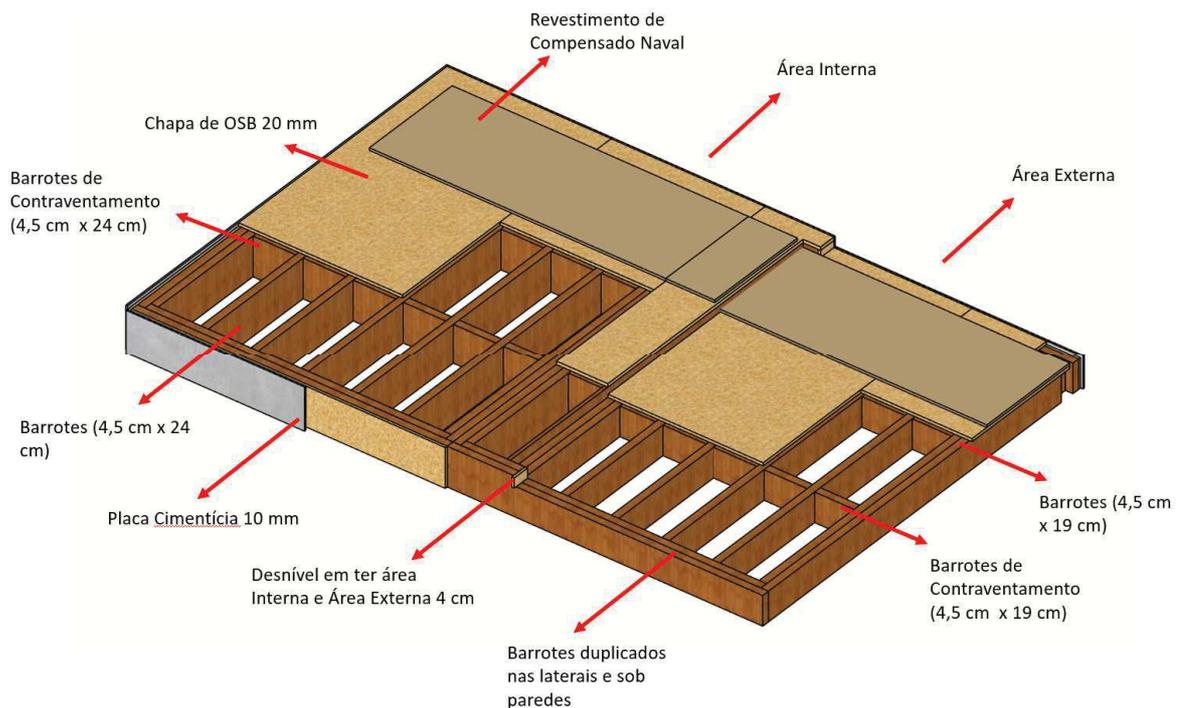
O entrepiso é composto por dois painéis, P1A e P1B. Os elementos de madeira serrada dos painéis do entrepiso serão constituídos por barrotes de 4,5 cm x 24 cm. No painel P1B haverá também elementos de 4,5 cm x 19 cm, devidos ao rebaixo da área interna para a área externa. Optou-se por duplicar e pregar entre si os barrotes das bordas dos painéis por se tratarem de regiões que servirão de apoio para os painéis paredes. Se for constatado, durante uma etapa posterior a este trabalho, na elaboração do projeto estrutural que há superdimensionamento das seções, na etapa do projeto de produção poderão ser tomadas medidas para evitar o gasto desnecessário de material.

Para o contraventamento dos painéis, foram utilizadas chapas de OSB de 18 mm apenas na face superior dos painéis, optou-se pela utilização da chapa de OSB *Home Plus* de 18 mm e espessura (um tamanho acima do recomendado pela Quadro 1 deste trabalho) devido à maior intensidade de ventos no ambiente litorâneo. De forma similar ao que é exigido para as chapas de OSB fixadas nos painéis paredes, as chapas do entrepiso não deverão ter bordas soltas. Por esta razão, os barrotes de contraventamento também servem como anteparo para a fixação das chapas de OSB. Sobre a camada de chapa de OSB na face superior dos painéis do entrepiso, estão colocadas chapas de compensado naval de 9 mm, com função de revestimento.

Nas laterais do painel entrepiso, estão colocadas chapas de OSB e placas cimentícias, de forma semelhante à composição utilizada nos painéis paredes, de forma a criar uma superfície similar ao revestimento da superfície das paredes. Estes elementos terão a função de revestimento dos elementos de madeira.

O estudo preliminar arquitetônico não prescreve fechamentos na parte inferior dos painéis do entrepiso, no entanto, como medida de preservação da chapa de OSB da ação da umidade, poderá ser aplicado Stain ou produtos preservativos similares na face da chapa de OSB voltada ao solo, no entanto o uso destes produtos não se faz de uso obrigatório.

Figura 38 – Painéis do entrepiso P1A e P1B.



Autor (2019)

10.3 DETALHAMENTO DE LIGAÇÕES

Estão apresentadas nesta seção as ligações para a construção dos painéis e de montagem da edificação.

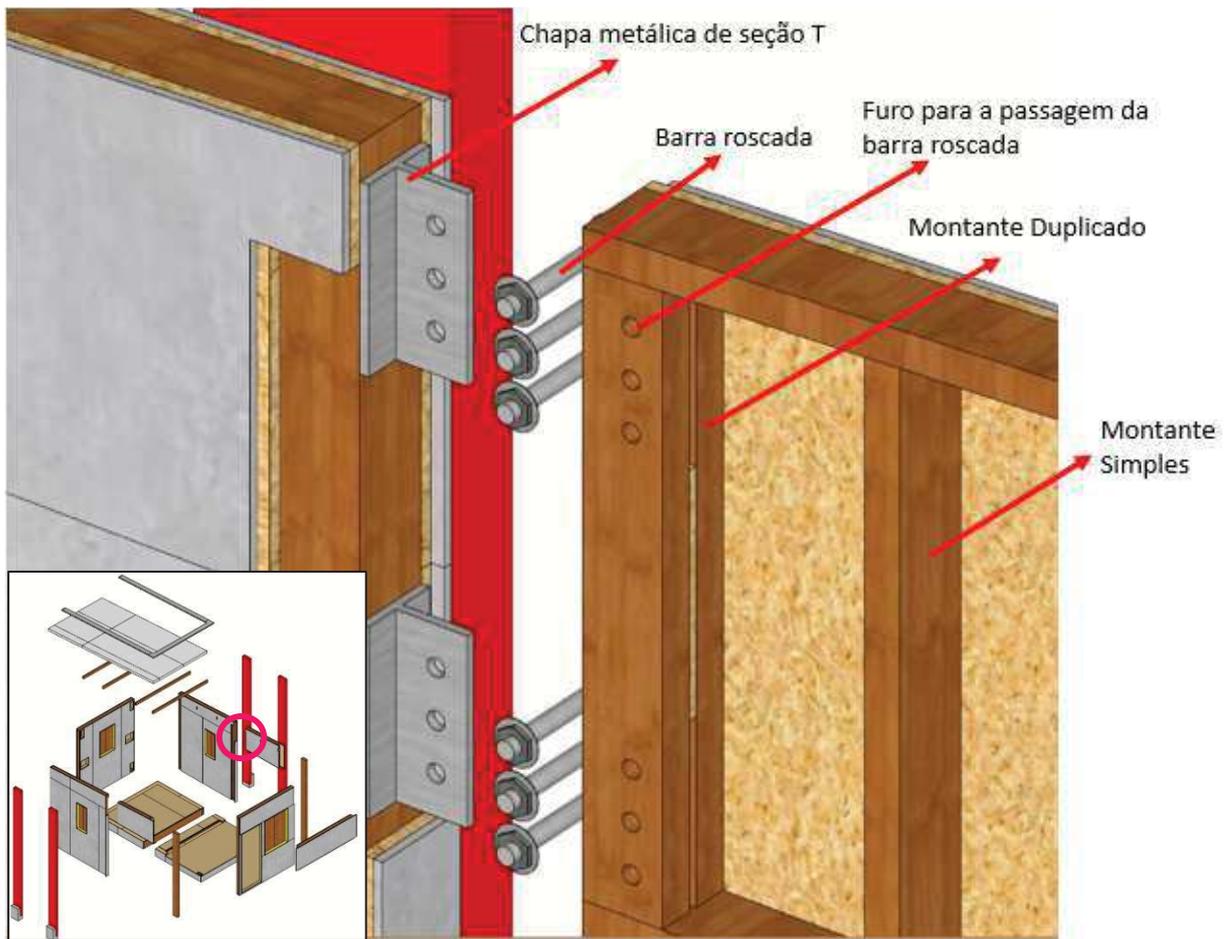
10.3.1 Ligações para a montagem dos painéis

As ligações entre componentes da estrutura de um único painel serão chamadas de ligações intrapainéis neste trabalho. Estas ligações não foram concebidas para ser desmontadas, exceto em casos de manutenção ou reparo dos elementos estruturais. Nesta categoria estão as ligações entre elementos de madeira, entre chapas de OSB e elementos de madeira, entre chapas de OSB e chapas de compensado naval e entre chapas de OSB e placas cimentícias.

A disposição adotada no estudo preliminar arquitetônico de alguns elementos de madeira serrada foi alterada devido ao sistema de ligação entre painéis adotados. Este foi o caso dos painéis P2A, P2B, P5A e P5B. Por exemplo, para os painéis P2A, a disposição pode ser observada na Figura 24. Os painéis P5A e P5B tiveram a seção de seus montantes das extremidades substituídos por montantes duplos com uma folga de 1 cm sendo preenchidos com OSB, de forma similar às vergas (ver Figura 24). Esta alteração permite que sejam feitos furos perpendiculares ao painel o que permite que o furo comprometa uma área menor da seção transversal do elemento. O mesmo ocorre nas travessas inferiores dos painéis P2A e P2B ou, de forma alternativa, é possível ser feita também a substituição da travessa duplicada por um elemento de madeira serrada de seção 9 cm x 9 cm. Por esta razão, indica-se também neste caso a utilização de cantoneiras para a fixação dos montantes nas travessas duplas, ver Figura 41.

As demais ligações entre elementos dos painéis, deverão seguir as indicações apresentadas no item 3.3 deste trabalho.

Figura 39 – Duplicação de montantes e disposição de perfis de ligação no painel P2A.



Autor (2019)

10.3.2 Ligações entre painéis para a montagem da edificação

A concepção das ligações entre painéis foram um item desafiador deste trabalho por existir pouca informação a respeito de ligações desmontáveis para o sistema LWF. As ligações descritas nesta seção foram desenvolvidas com base em conectores disponíveis nos catálogos técnicos das empresas Rothooblas (ROTHOUBLAS, 2019) e Simpson Strong-Tie (SIMPSON STRONG-TIE, 2019), com algumas delas adaptações propostas deste trabalho. devido a priorizar baixo custo no projeto, optou-se por, sempre que possível, detalhar as ligações que envolvessem execução simples, como chapas metálicas sem dobras ou soldas e barras roscaadas, mesmo havendo opções nos catálogos que servissem de solução às ligações.

Para facilitar a referência às ligações, este trabalho utilizará a notação de um hífen “-” para representar as ligações entre painéis. Desta forma, ao invés de mencionar uma ligação entre um painel parede a outro painel parede, será utilizada a expressão “ligação parede-parede”.

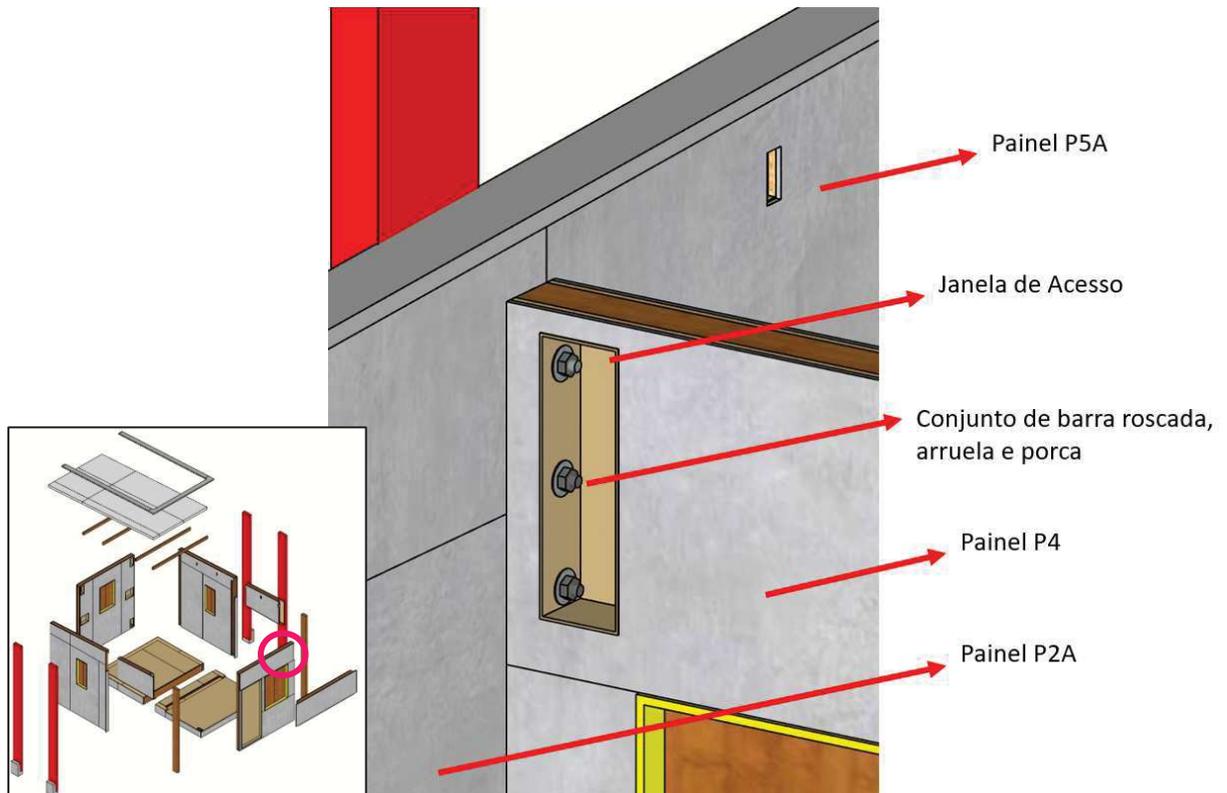
Os elementos metálicos utilizados nas ligações deverão ser constituídos de aço inoxidável, como proposto no item 3.3.5 deste trabalho. E de forma a facilitar a universalidade das ligações optou-se por utilizar pinos de 10 mm de diâmetro para todas as ligações, ficando a encargo do projeto executivo de estruturas determinar a posição e a quantidade dos pinos. Para as chapas metálicas optou-se pela utilização de chapas e cantoneiras de 6 mm de espessura em conformidade com o item 4.1.5 deste trabalho.

I. Ligação parede-parede

As ligações parede-parede unem painéis perpendiculares entre si, com a exigência de permitir a desmontagem e remontagem. Desta forma, optou-se por detalhar aberturas nas chapas de OSB e revestimento dos painéis que permitissem o acesso às ligações parede-parede, que foram denominadas de janelas de acesso. Através dessas janelas, é possível a colocação e o ajuste de barras roscadas, arruelas e porcas, ver exemplo na Figura 40.

Todos os elementos metálicos das ligações parede-parede devem ser constituídos de aço inoxidável, devido à agressividade ambiental para prevenir o surgimento de corrosão. Recomenda-se também que, por ocasião da elaboração do projeto estrutural, seja adotada uma padronização do diâmetro de barras roscadas, de forma a facilitar o processo de montagem e reduzir riscos de equívocos.

Figura 40 – Janela de acesso para ligação entre painéis.

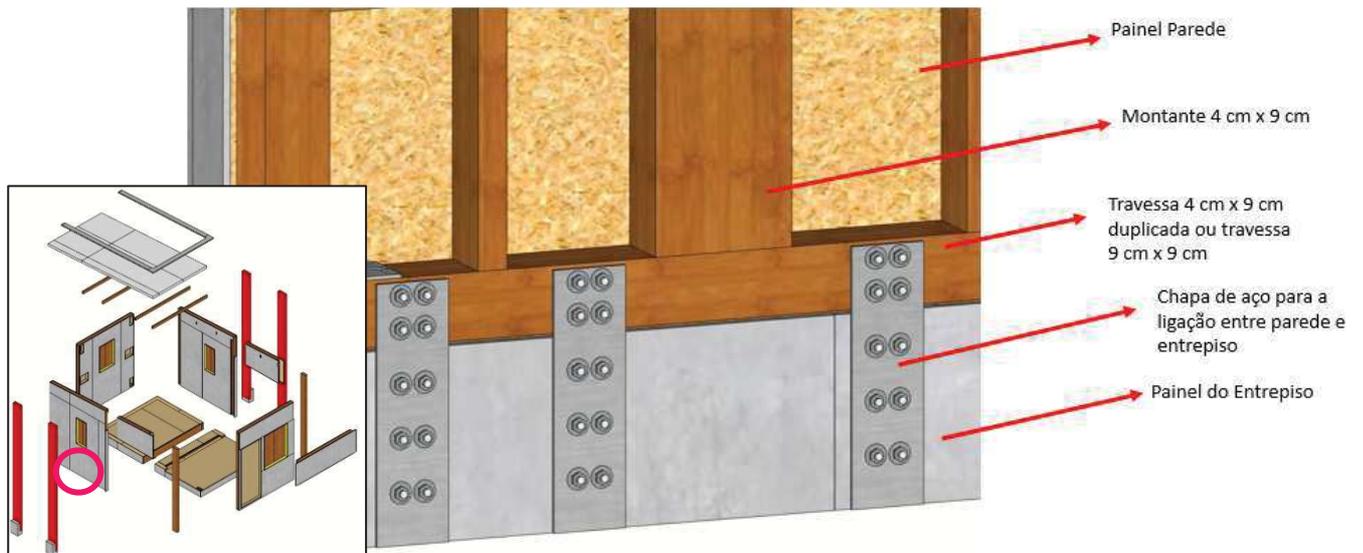


Autor (2019)

II. Ligação parede-entrepiso

As ligações parede-entrepiso usam chapas e parafusos em aço inoxidável. Com o objetivo de facilitar os processos de montagem e desmontagem, optou-se por colocar as chapas externamente ao revestimento dos painéis, como representado na Figura 41. No entanto, caso seja de interesse do arquiteto ou do cliente podem ser feitos no futuro entalhes na madeira e recorte nas chapas de OSB de forma a possibilitar o posicionamento das chapas metálicas entre as peças de madeira serrada e sob a chapa cimentícia. As chapas metálicas são elementos conectores que devem ser removíveis dos painéis, de forma que não deverão ser fixados permanentemente à nenhuma estrutura.

Figura 41 – Representação do ponto de vista externo da ligação entre painel parede e painel do entrepiso

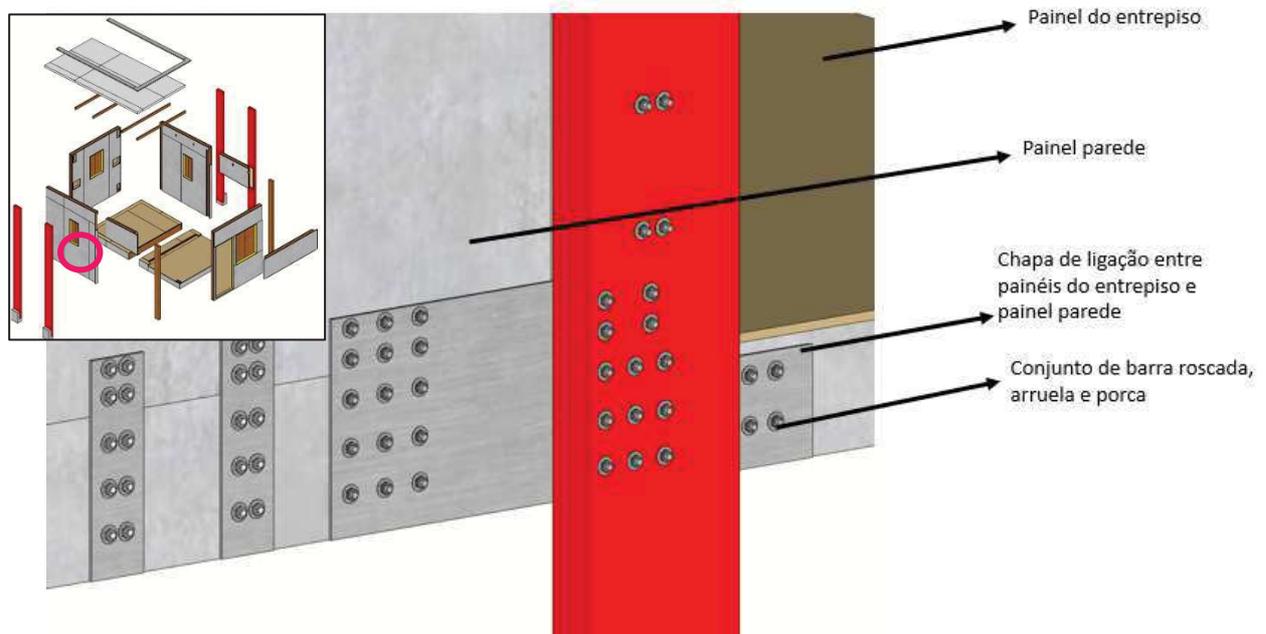


Autor (2019)

III. Ligação entrepiso-entrepiso

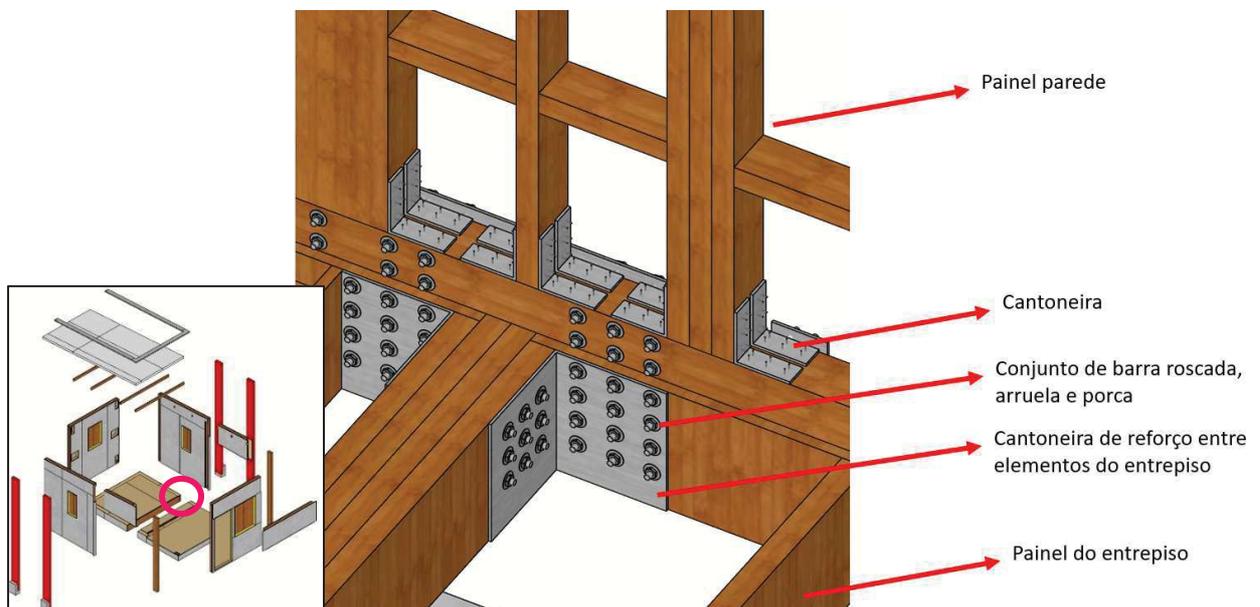
As ligações entrepiso-entrepiso são feitas com uso de chapas metálicas e cantoneiras de aço, ver Figura 41. As chapas metálicas estão colocadas externamente aos painéis e são fixadas por barras roscadas, arruelas e porcas, como pode ser observado Figura 42. Para resolver o problema de sobreposição entre as chapas de ligação entrepiso-entrepiso com as chapas de ligação parede-entrepiso, optou-se por aumentar a dimensão da chapa metálica, de forma que a mesma chapa sirva para ligação no painel parede com parede e com entrepiso. As cantoneiras que ligam os barrotes do entrepiso entre si, como pode ser visto na Figura 43, estão colocadas nos vértices dos painéis envolvidos na ligação, tendo o objetivo de reforçar a vinculação entre os barrotes do painel P1A e os barrotes do painel P1B.

Figura 42 – Representação da chapa de ligação externa entre painel P2B, painel P1A e painel P1B.



Autor (2019)

Figura 43 – Representação da cantoneira de reforço de ligação entre painéis do entrepiso.



Autor (2019)

IV. Ligação parede-pilar

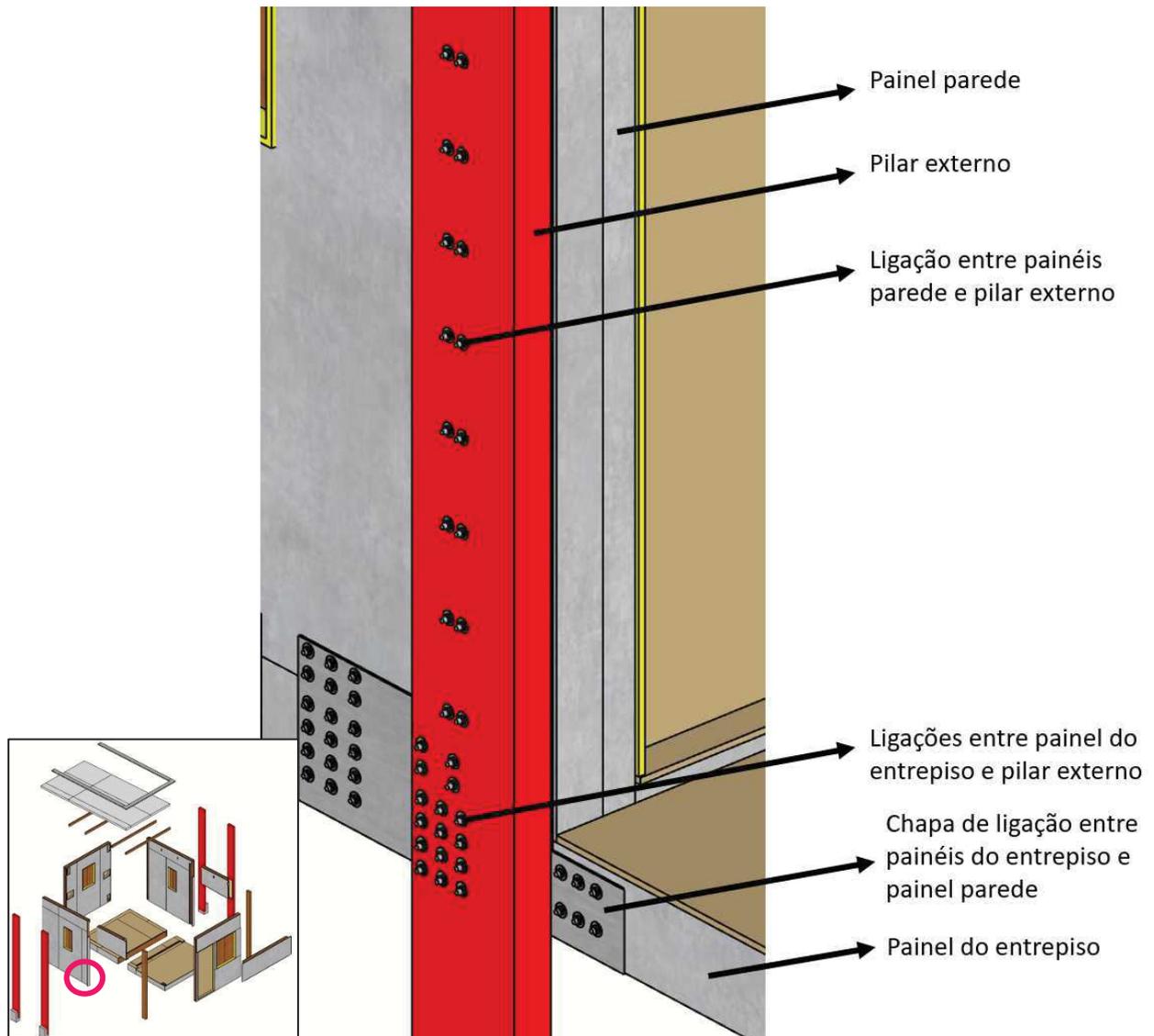
Para a ligação dos painéis parede P2A e P2B aos pilares externos, são utilizados conjuntos de barra roscada, arruelas e porcas, como pode se observar na Figura 44. Para viabilizar a furação no montante do painel parede para a passagem das barras roscadas, a dimensão da seção transversal o montante de madeira serrada é de 9 cm x 9 cm, devido à

redução de seção resistente útil da peça pela presença de furos. É importante destacar que apenas durante a elaboração do projeto estrutural será possível quantificar o número e o espaçamento das barras ao longo dos pilares.

V. Ligação entre-piso-pilar

Para a ligação do painel entre-piso P1A e P1B aos pilares externos, são utilizados conjuntos de barra rosca, arruelas e porcas, como pode ser observado Figura 44. Os cuidados a serem tomados serão semelhantes ao item anterior, diferenciando-se apenas pela região onde serão fixados os conjuntos. Mais uma vez, o número e o espaçamento das barras rosca dependem do resultado do projeto estrutural.

Figura 44 – Ligações entre pilar externo e painel parede P2B e entre pilar externo e painel entrepisso P1B.



(Autor, 2019)

VI. Ligação entre painel entrepisso-pilar da varanda

A ligação entre o painel de entrepisso (P1A e P1B) e os pilares da varanda foi feita através de chapas de aço inoxidável, que são fixadas externamente, de forma semelhante ao descrito na ligação entre painéis de parede e de entrepisso (Figura 41).

VII. Ligação painel lateral da varanda – pilar da varanda

A ligação entre painel lateral da varanda (P5A e P5B) e o pilar da varanda são feitas através de dois perfis metálicos de aço inox com seção em L lado a lado de forma a constituir um perfil de seção T, como ilustrado na Figura 39. O perfil metálico está fixado ao pilar da varanda com pregos anelados inox, ao passo que a ligação do perfil aos painéis laterais (P5A e

P5B) precisa ser desmontável. Esta ligação foi feita com parafusos, barra roscada aço inoxidável.

VIII. Painel frontal da varanda – pilar da varanda

As ligações entre o painel frontal da varanda (P6) e pilar da varanda da varanda são feitas através de dois perfis metálicos de aço inox com seção em L lado a lado de forma a constituir um perfil de seção T em aço inoxidável, como ilustrado na Figura 39. Os detalhes podem ser observados no APÊNDICE B.

IX. Ligação painel parede – terças do telhado

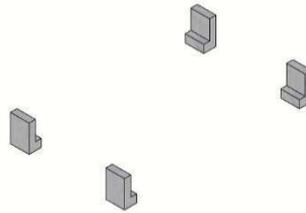
O telhado será desmontável por completo, uma vez que este não será constituído na forma de painel. Serão utilizadas telhas metálicas do tipo termoacústicas trapezoidais de 25 mm de altura. As telhas são fixadas diretamente em terças de madeira (elementos de madeira serrada com seção 4 cm x 9 cm) e fixadas com o prego telheiro 18 x 36, (3 1/4 x 10). As terças estão posicionadas com respectivos eixos paralelos ao plano do painel frontal (P4) e fixadas com cantoneiras de aço inoxidável, as espessuras e quantidade de parafusos deverão ser dimensionadas no projeto estrutural, aos montantes dos painéis laterais (P2A e P2B). Para viabilizar as conexões entre terças e painel parede (P2A e P2B) deverão ser feitos furos nas camadas de chapa OSB e da placa cimentícia, com dimensões 5 cm x 9 cm, de forma que as os elementos metálicos fiquem expostos na face interna dos painéis.

10.4 INSTRUÇÕES DE MONTAGEM

Esta seção apresenta o passo a passo para o processo de montagem da edificação. Os detalhamentos construtivos das ligações são apresentados no APÊNDICE B, ao passo que a descrição das ligações constam no item 10.3.2 deste trabalho.

- I. Execução da fundação conforme projeto específico, ver Figura 45;

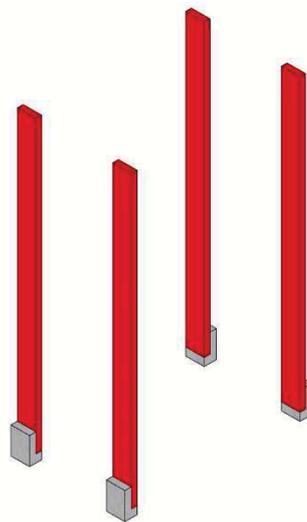
Figura 45 – Execução da Fundação.



(Autor, 2019)

II. Fixação dos pilares externos nas esperas de concreto, ver Figura 46;

Figura 46 - Fixação dos pilares externos à fundação.

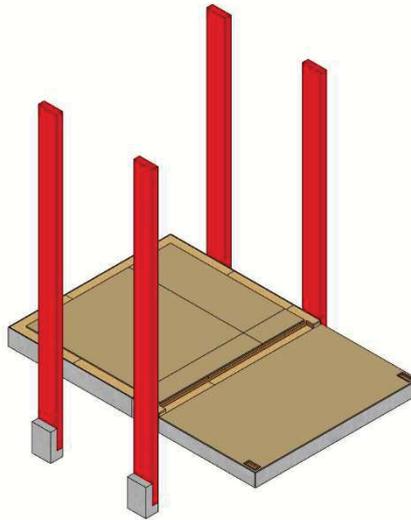


(Autor, 2019)

III. União dos painéis de entrepiso (P1A e P1B) , ver Figura 47;

IV. Fixação dos painéis de entrepiso (P1A e P1B) nos pilares externos, ver Figura 47;

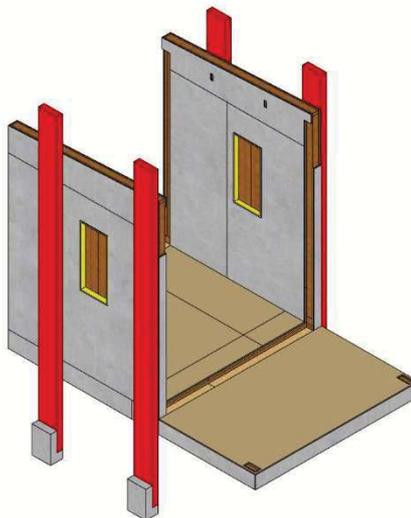
Figura 47 - Fixação dos painéis de entrepiso (P1A e P1B) nos pilares externos.



(Autor, 2019)

- V. Fixação dos painéis parede (P2A e P2B) nos painéis de entrepiso, (P1A e P1B) , ver Figura 48;
- VI. Fixação dos painéis parede (P2A e P2B) nos pilares externos, ver Figura 48;

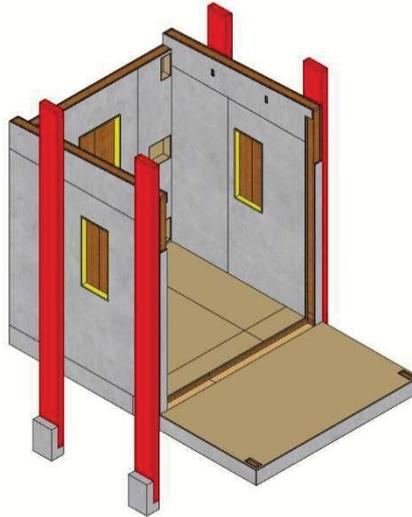
Figura 48 - Fixação dos painéis parede (P2A e P2B).



(Autor, 2019)

- VII. Fixação do painel parede (P3) no painel de entrepiso (P1A), ver Figura 49;
- VIII. Fixação do painel parede (P3) nos painéis paredes (P2A e P2B), ver Figura 49;

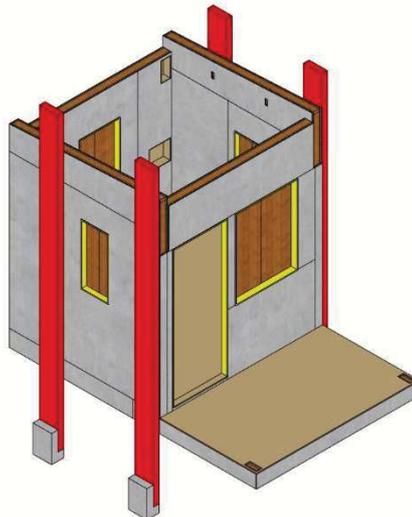
Figura 49 - Fixação do painel parede (P3).



(Autor, 2019)

- IX. Fixação do painel parede (P4) no painel de entrepiso (P1B), ver Figura 50;
- X. Fixação do painel parede (P4) nos painéis parede (P2A e P2B), ver Figura 50;

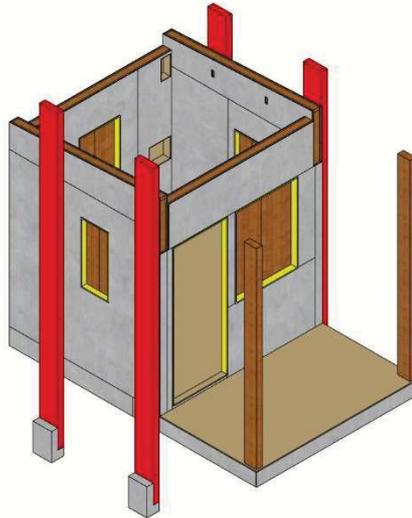
Figura 50 - Fixação do painel parede (P4).



(Autor, 2019)

- XI. Fixação dos pilares da varanda, ver Figura 51;

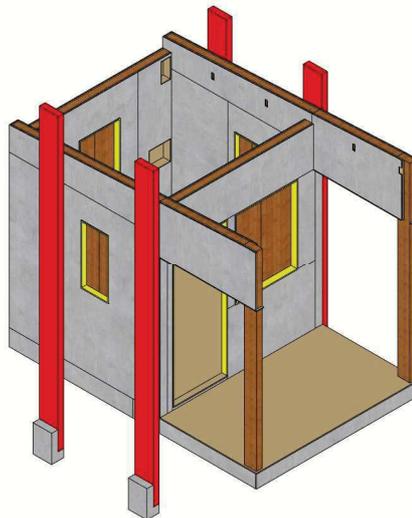
Figura 51 - Fixação dos pilares da varanda.



(Autor, 2019)

- XII. Fixação dos painéis parede (P5A e P5B) nos painéis parede (P2A e P2B), ver Figura 52;
- XIII. Fixação dos painéis parede (P5A e P5B) nos pilares da varanda, ver Figura 52;

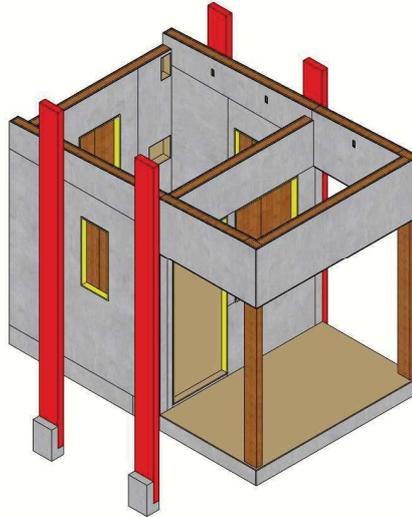
Figura 52 - Fixação dos painéis parede (P5A e P5B).



(Autor, 2019)

- XIV. Fixação dos painéis parede (P6) nos pilares da varanda, ver Figura 53;

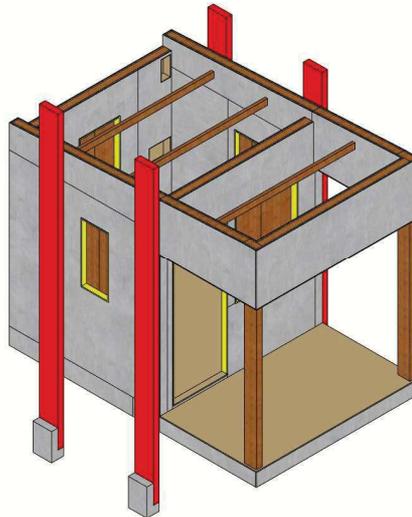
Figura 53 - Fixação dos painéis parede (P6).



(Autor, 2019)

XV. Fixação das terças do telhado, ver Figura 54;

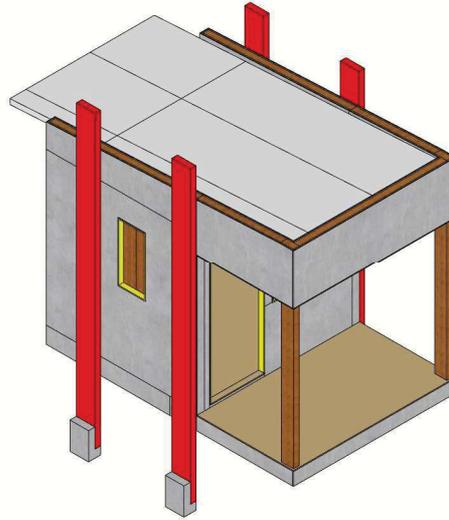
Figura 54 - Fixação das terças.



(Autor, 2019)

XVI. Fixação das telhas metálicas, ver Figura 55;

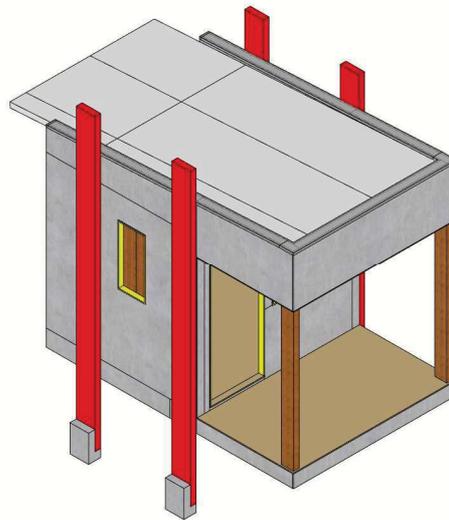
Figura 55 - Fixação das telhas metálicas.



(Autor, 2019)

XVII. Fixação do rufo metálico, ver Figura 56.

Figura 56 - Fixação do rufo metálico.



(Autor, 2019)

11 CONCLUSÃO

Nesta seção serão apresentados os resultados deste trabalho, as limitações da metodologia, os objetivos que não puderam ser alcançados e as recomendações e sugestões para trabalhos futuros.

11.1 RESULTADOS

O principal resultado deste trabalho foi o anteprojeto arquitetônico do PGV do CBMSC. O projeto pode ser desenvolvido como proposto, podendo ser observado no APÊNDICE B.

O anteprojeto arquitetônico é composto por:

Vistas isométricas da edificação (sem escala);

Planta baixa da edificação (na escala 1:20);

Vista das fachadas (na escala 1:25);

Vista isométrica dos painéis (sem escala);

Vistas cotadas do quadro estrutural dos painéis (na escala 1:20);

Vistas cotada das camadas dos painéis (na escala 1:20);

Detalhes construtivos das ligações internas dos painéis (na escala 1:10);

Detalhes construtivos das ligações entre painéis (na escala 1:10);

Quantitativos de materiais;

Instruções de montagem da edificação.

Foi apresentado no item 6.3 o Quadro 7, representando o resumo do programa de necessidades. Uma vez finalizado o processo, foi feita uma conferência do anteprojeto arquitetônico observando os requisitos do cliente, ao passo que os requisitos técnicos foram observados no desenvolvimento do projeto.

De forma geral foi obtido o cumprimento da grande maioria dos itens delimitados. O único item não verificado foi o custo de produção, devido a inexistência de dimensionamento, tanto estrutural, quanto de elementos conectores. Considerando que estes elementos representam uma grande parcela do desenvolvimento do trabalho, não seria possível a realização de um orçamento fidedigno para a constatação deste item.

Quadro 9 – Compilação do programa de necessidades, com base no Quadro 7.

(C) Requisitos de projeto e desempenho		Contemplado no projeto?
C.1 Local e entorno	Acessos: Através da praia	Contemplado
	Manutenção: Vistoria e manutenção deverão ser feitas anualmente no processo de desmontagem da edificação.	Contemplado
C.2 O edifício como um todo	Características físicas: Estrutura de madeira de suspensa, possuindo uma varanda em balanço e forma trapezoidal.	Contemplado
C.3 Desempenho do edifício	Estrutura: Respeitar as normas referentes a carregamentos	Contemplado
	Invólucro externo: Respeitar as normas referentes a estanqueidade de revestimentos.	Contemplado
	Tamanho limite dos painéis: 2,30 m	Contemplado
C.4 Agrupamentos dos espaços	Zoneamento: Área interna (AI) e área externa (AE)	Contemplado
	Relações espaciais: Deverá haver um desnível mínimo de 1,5 cm entre área interna (AI) e área externa (AE) (Instituto Falcão Bauer da Qualidade, 2017).	Contemplado
	Características físicas: Ambiente interno área seca e ambiente externo área molhada	Contemplado
C.5 Espaços em detalhes	Características físicas: AI, espaço fechado e seco podendo comportar pequenos móveis; AE, área aberta e molhada, podendo comportar pequenos móveis, porém com menor capacidade de carga que o espaço interno.	Contemplado
	Atividades relacionadas: AI, curtas estadias, pequenas refeições e vigília; AE: Vigília.	Contemplado
C.6 Instalações, equipamentos e mobiliários	Itens por categoria: Bancos com baú embutido	Contemplado
	Área de uso: Ambiente Interno	Contemplado
C.7 Custo de produção	Inferior a R\$ 10.000,00.	Não pode ser contemplado

Os detalhes ilustrativos para a ordem de montagem foram elaborados de forma complementar. Este resultado se fará útil para a etapa de projeto para produção, no entanto este estudo se fez útil para a compreensão das ligações e, portanto, foi desenvolvido.

11.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal resultado deste trabalho foi completado, no entanto houveram dificuldades no processo de desenvolvimento. O processo de projeto é pouco explorado no campo da engenharia civil, o que exigiu buscas mais aprofundadas por embasamento do que os demais temas. O sistema de projeto aplicado não pode ser desenvolvido de forma plena por

consequência da limitação de mão de obra deste trabalho, não se obtendo, portanto, o dimensionamento, o quantitativo completo e o orçamento.

No entanto, o maior desafio deste trabalho foi a elaboração das ligações desmontáveis para os painéis, devido ao caráter inovador desta proposta, a busca por material exigiu adaptações feitas a sistemas de ligações já utilizados.

Embora a verificação do valor final na obra não tenha sido calculada, houve no decorrer do trabalho a preocupação pela utilização de métodos que exigissem menor nível de detalhamento e que fossem executáveis com elementos com o menor custo possível.

11.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Análise estrutural e dimensionamento do estudo de caso

Projeto de fundações do estudo de caso

Estudos experimentais mais aprofundados acerca das adaptações propostas no sistema estrutural.

Estudo das etapas de projeto no sistema LWF

12 REFERÊNCIAS

American Wood Council. Details for Conventional Wood Frame Construction. Washington, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 13532: Elaboração de projetos de edificação: Arquitetura. Rio de Janeiro, RJ, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, RJ, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – Projeto 02.126.011-001/2: Projeto de norma Edificações em Light Wood Frame. Rio de Janeiro, RJ, 2019.

BAZZO Dayane. Operação Veraneio começa com problemas em postos dos guarda-vidas em Florianópolis”. NscTotal, Florianópolis. <<https://www.nscTotal.com.br/noticias/operacao-veraneio-comeca-com-problemas-em-postos-dos-guarda-vidas-em-florianopolis>>. Acesso em: 20/09/2019.

BITTENCOUT, R. Concepção arquitetônica da Habitação em Madeira. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia Civil. São Paulo, 1995.

BRASIL, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Agência Brasileira de Desenvolvimento industrial. Manual da construção industrializada, Conceitos e Etapas Volume 1: Estrutura de Vedação. Brasília, DF, 2015.

BRASILIT. Guia de Sistemas Produtos Planos, Placas cimentícias painéis e acessórios para construção industrializada. 1 ed. Saint -Gobain, 88 p. nov 2016. Disponível em: <https://www.brasilit.com.br/sites/brasilit.com.br/files/downloads/1/Guia%20de%20Sistemas%20Produtos%20Planos_2.pdf>. Acesso em 03/out 2019.

CHADWICK, Dearing Oliver; NEDAL, T. Nassar; BRUCE, R. Lippke & James, B. McCarter. Carbon, Fossil Fuel, and Biodiversity Mitigation With Wood and Forests, Journal of Sustainable Forestry, n. 33:3, p. 248-275, 2014.

BRASIL. Consolidação das Leias do Trabalho, art. 198/199.

FABRÍCIO, M. M.; BAÍIA, J. L. ; MELHADO, S. B. . Estudo da Seqüência de Etapas do Projeto na Construção de Edifícios: Cenário e Perspectivas. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, 1998, Niterói, RJ. A engenharia de produção e o futuro do trabalho, 1998.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. . Projeto Simultâneo e a Qualidade na Construção de Edifícios. In: Seminário Internacional de Arquitetura e Urbanismo - NUTAU, 1998, São Paulo, SP. Tecnologias para o Século XXI, 1998.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. ; BAÍA, J. L. . Formalização e Implantação de Procedimentos de Projeto e a Gestão da Qualidade nos Escritórios. In: Seminário Internacional: NUTAU 2000 - Tecnologia e DESENVOLVIMENTO., 2000, São Paulo. Seminário Internacional: NUTAU 2000 - Tecnologia e Desenvolvimento., 2000.

FERREIRA Romério. Minha Casa Minha Vida de Madeira. Guia da Construção, n. 146, p. 16-21. Setembro de 2013.

FLORIANÓPOLIS. LEI COMPLEMENTAR Nº 060/2000, de 28 de agosto de 2000. INSTITUI O CÓDIGO DE OBRAS E EDIFICAÇÕES DE FLORIANÓPOLIS E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS. CÂMARAMUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS, Art. 101, II, 28 de agosto de 2000.

GERDAU. Catálogos e Manuais. 2019. Disponível em: <https://www2.gerdau.com.br/catalogos-e-manuais?gclid=Cj0KCQiAn8nuBRCzARIsAJcdIfPNUZLI_h5NrBDNoD-nKsH6Kgx3bo9CCXO-IeANINGE2Wi7aQJ-tgaAs7_EALw_wcB>. Acesso em: 08/10/2019.

Grupo RIC Santa Catarina. Fortes ondas causam estragos em calçamento e posto guarda-vidas no Sul da Ilha”. Ndmais , Florianópolis,. Disponível em: <<https://ndmais.com.br/noticias/fortes-ondas-causam-estragos-em-calçamento-e-posto-guarda-vidas-no-sul-da-ilha/>>. Acesso em: 20/09/2019.

INSTITUTO FALCÃO BAUER DA QUALIDADE. Sistema estruturado em peças leves de madeira maciça serrada – Tecverde (tipo light wood framing). Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/download_doc.php>. Acesso em: 20/06/2019.

IWAKIRI, Setsuo; NIELSEN, Ingrid Raquel; ALBERTI, Reinaldo A. R.. AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES COMPOSIÇÕES DE LÂMINAS EM COMPENSADOS ESTRUTURAIS DE *Pinus elliottii* e *Eucalyptus saligna*. CERNE, vol. 6, núm. 2, 2000, pp. 19-24.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. ; CELANI, Maria Gabriela Caffarena ; MOREIRA, Daniel de Carvalho ; PINA, S. A. M. G. ; RUSCHEL, R. C. ; SILVA, V. G. ; LABAKI, L. C. ; PETRECHE, J. R. D. . Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico. Ambiente Construído (São Paulo), Porto Alegre, v. 6, n.2, p. 7-19, 2006.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; Moreira D. C.; O programa de necessidades e a importância de apo no processo de projeto. Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 31-45, abr./jun. 2009.

LP. LP OSB, Placas Estruturais para Construções CES. LP, 8 p. 2012.

Manual de Ergonomia: Adaptando o Trabalho ao Homem - Por Karl H. E. Kroemer, Etienne Grandjean

MELHADO, Silvio B. Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994. (Tese de Doutorado em Engenharia)

MELHADO, Silvio Burrattino; FABRICIO, Márcio Minto. PROJETOS DA PRODUÇÃO E PROJETOS PARA PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS: DISCUSSÃO E SÍNTESE DE CONCEITOS. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUTIVO, Florianópolis, SC, 1998.

MICHELLE Piasecki <https://www.palmbeachpost.com/article/20140612/NEWS/812033518>. Jun 12, 2014

Ministério de Desenvolvimento Regional. Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat. Disponível em: http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_sinat.php. Acesso em: 20/06/2019.

MOREIRA, Daniel de Carvalho; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. . Discussão sobre a importância do programa de necessidades no processo de projeto em arquitetura. Ambiente Construído (São Paulo. Impresso), v. 9, p. 31-45, 2009.

Pelo menos 12 postos de guarda-vidas são destruídos em Santa Catarina. G1, Florianópolis, 27/12/2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/verao/2019/noticia/2018/12/27/pelo-menos-12-postos-de-guarda-vidas-sao-destruidos-em-santa-catarina.ghtml>>. Acesso em: 20/09/2019.

PEÑA, William Merriweather; PARSHALL, Steven A.. Problem Seeking: An Architectural Programming Primer. 4. ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2012. 288 p. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?hl=pt-](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=irXetoJcGyYC&oi=fnd&pg=PT8&dq=Problem+Seeking:+An+Architectural+Programming+Primer&ots=Cn7JtYyggQ&sig=rj01cl6xqecJBuvi9VdifNh6s34#v=onepage&q=Problem%20Seeking%3A%20An%20Architectural%20Programming%20Primer&f=false)

[BR&lr=&id=irXetoJcGyYC&oi=fnd&pg=PT8&dq=Problem+Seeking:+An+Architectural+Programming+Primer&ots=Cn7JtYyggQ&sig=rj01cl6xqecJBuvi9VdifNh6s34#v=onepage&q=Problem%20Seeking%3A%20An%20Architectural%20Programming%20Primer&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=irXetoJcGyYC&oi=fnd&pg=PT8&dq=Problem+Seeking:+An+Architectural+Programming+Primer&ots=Cn7JtYyggQ&sig=rj01cl6xqecJBuvi9VdifNh6s34#v=onepage&q=Problem%20Seeking%3A%20An%20Architectural%20Programming%20Primer&f=false)>. Acesso em: 03 nov. 2019.

ROTHOBLAAS. Chapas e Ligadores para Madeira. Cortaccia, BZ, Itália, 2015.

Rothoblaas. Parafusos e Conectores para Madeira, Carpinação, Extruturas e Exterior. Cortaccia, BZ, Itália, 2019.

SILVESTRE, Cíntia da Silva; FIGUEIREDO, Filipe Bittencourt. Análise Comparativa de uma Residência Unifamiliar em Alvenaria Convencional e Wood Frame. Simpósio Nacional de Engenharia de Produção, Dourados, MS, 2018.

SIMPSON STRONG TIE. Wood Construction Connectors. 2019. Disponível em: <
<https://www.strongtie.com/woodconnectors/category?v=%3Aname-asc>>. Acesso em: 18/11/2019.

STAMATO Guilherme Corrêa. Estruturas de Madeira e Wood Frame Projeto e Dimensionamento. Rio de Janeiro, RJ, v.04, 30 de janeiro 2019.

TECVERDE ENGENHARIA LTDA, Como projetar em Wood Frame, Principais características do sistema construtivo Wood Frame e diretrizes para desenvolvimento de projetos arquitetônicos. Curitiba, PR 2016.

United States Department of Agriculture - Carbon Sequestration - 2016 -
https://www.fs.fed.us/ecosystemservices/carbon.shtml?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com.br -
acesso em: 11 set. 2019.

WOODWORKS. Sustainability and Life Cycle Analysis, Energy Efficiency -
<https://www.woodworks.org/sustainable-design/energy-efficiency/> acesso em: 14 set. 2019.

13 APÊNDICE A

Entrevista realizada pelo autor ao cliente (representante do CBMSC) realizada no dia 16/10/2019:

1. Existe alguma razão pela qual foi solicitado um projeto em Light Wood Frame?

-Sim, um representante do CBMSC fez um curso e se interessou pelo material como uma forma rápida e barata de se construir. O que solucionaria os problemas de vandalismo e ocupação dos postos.

2. É necessário que tenha rede elétrica instalada?

-Não é necessário pois é uma estrutura de apoio.

3. Algum material ficará guardado dentro do posto no tempo em que o posto ficar montado?

-Materiais de consumo dos guarda vidas (pequenas porções de alimentos, traje de banho molhado eventualmente, boia, colete salva vidas, apitos, bandeiras e Banners, rádios de comunicação). Durante a noite não, só enquanto eles estão de serviço.

4. Algum equipamento de grande volume deverá ser guardado dentro ou debaixo do posto? Se sim, qual o equipamento, sua dimensão e seu peso?

-Não, por se tratar de uma estrutura de apoio, deverá haver um posto principal de alvenaria em algum ponto da praia e nas demais áreas ocupadas serão vigiadas através dos postos de apoio.

5. Algum equipamento que poderá ser guardado dentro do posto pesa mais de 300 kg?

-Não.

6. Existe alguma dimensão mínima que deve ser respeitada? Por exemplo, vãos livres de portas e janelas.

-Portas devem ter no mínimo 70 cm, no estudo preliminar arquitetônico

-Janelas podem ter 40cm, porém pede-se uma altura maior para que um homem (1,50 m a 2 m) possa observar as imediações de cima do posto.

7. Deverá haver fechamento da porta? E das janelas?

-Sim, devido a históricos de ocupação de postos.

8. Há necessidade de janela na parede dos fundos do posto? Se sim, deve ser uma janela única ou podem ser duas janelas?

- Não há necessidade prática para esta janela por parte dos guarda vidas, e caso a janela seja grande é um ponto a mais de arrombamento. A finalidade da janela seria principalmente para reduzir a sensação de enclausuramento, para permitir a entrada de luz e fluxo de ar cruzado entre a fachada frontal e a fachada dos fundos.

9. A escada deverá ser removível ou fixa?

-A escada pode ser de madeira, deve ser removível e de preferência que seja inclinada (para facilitar a subida dos guarda vidas).

10. Quantas pessoas o posto guarda vidas deverá acomodar?

-A situação mais crítica seria um dia e chuva, neste caso o bombeiro acredita que haveria 4 pessoas dentro do posto.

11. Haverá algum móvel no posto?

-Sim, bancos de madeira nas laterais em L (90 graus), em forma de baú para o guarda vidas guardar os seus pertences durante o trabalho, cantoneiras e ou prateleiras para guardar pequenos objetos.

12. Já existe um local destinado para guardar os painéis quando desmontados? Será em containers? Ou poderá ser em um galpão?

-Realmente a solução do container seria a mais viável para a realidade atual dos bombeiros, provavelmente seria comprado um container de 7 m.

13. Notamos que existem vários tipos de containers no mercado. Já se sabe qual modelo será utilizado? Se sim, qual o modelo? Se não, o dimensionamento das peças será feito para que caiba no menor modelo possível, esta é uma medida de segurança.

-Preferencialmente que seja possível guardar num container de 7 m.

14. Durante quantos meses o posto será utilizado por ano? E quantos meses ficará guardado?

-Utilizado: Novembro do ano corrente a março do ano consecutivo.

-Guardado: Abril a outubro do mesmo ano.

-Portanto pode-se concluir que os meses em que são registrados os maiores temporais o posto guarda vidas não vai estar montado e caso haja a previsão de um temporal atípico, espera-se que o posto possa ser desmontado e guardado em local seguro, pois consiste em uma estrutura de apoio e não uma estrutura principal para abrigo.

15. Algum tipo de aparato ou equipamento de apoio deverá ser fixado nas paredes ou pilares (prateleiras, extintor de incêndio, rede de dormir, mastro para antena, mastro para bandeiras, etc)? Se avisado nesta etapa, a estrutura poderá ser dimensionada para tal, uma vez que o projeto estrutural esteja concluído, não é recomendável que hajam furações nas paredes e pilares.

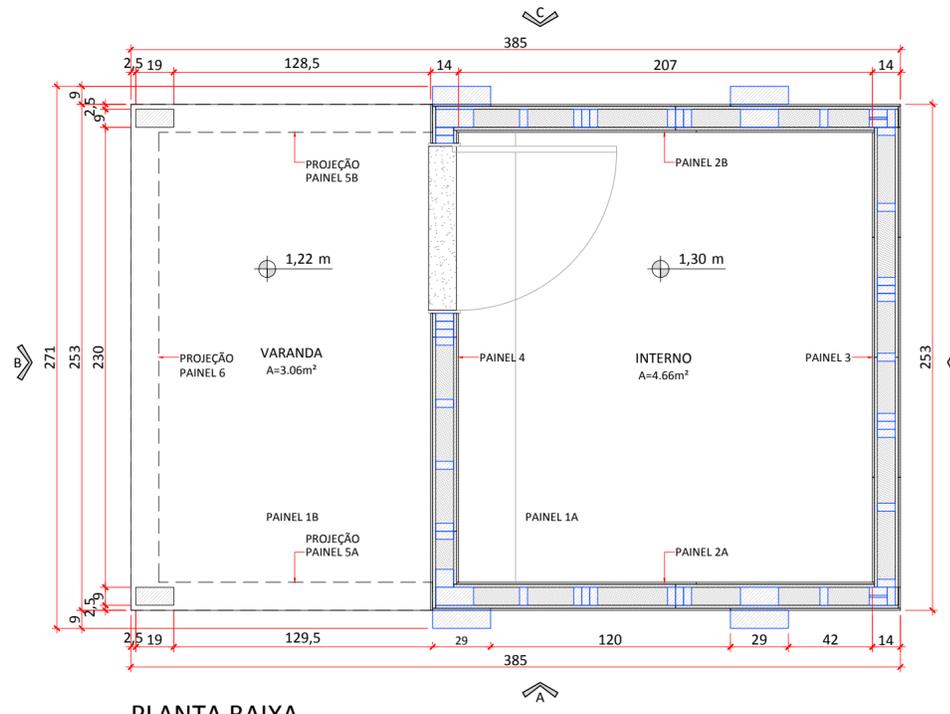
-Será colocado provavelmente gancho para pendurar casacos e roupas e varais para estender trajes de banho molhados.

14 APÊNDICE B

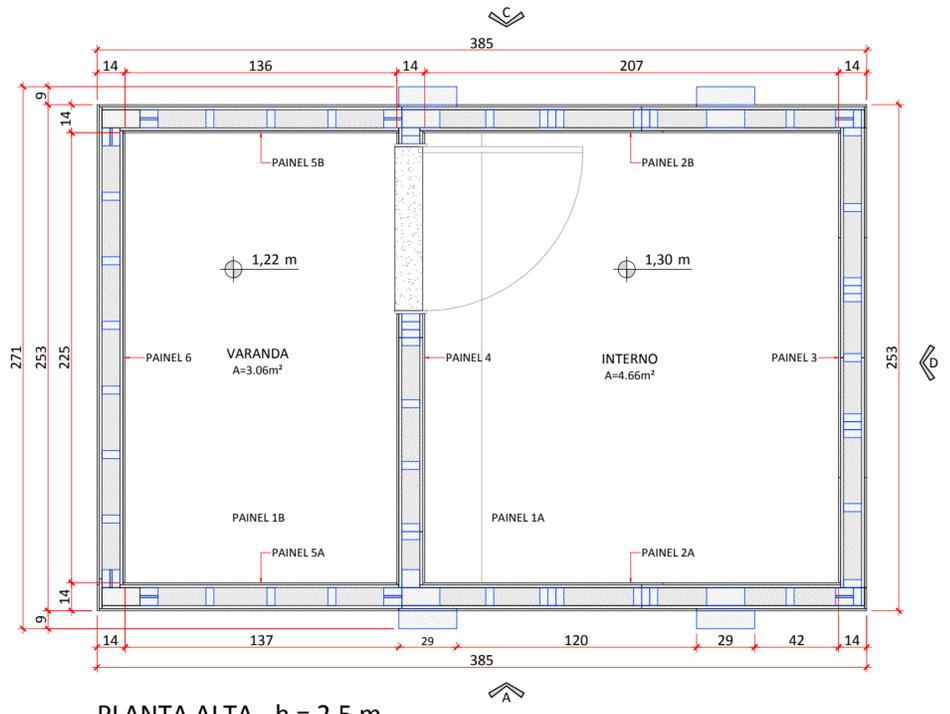
Anteprojeto arquitetônico

Lista de pranchas:

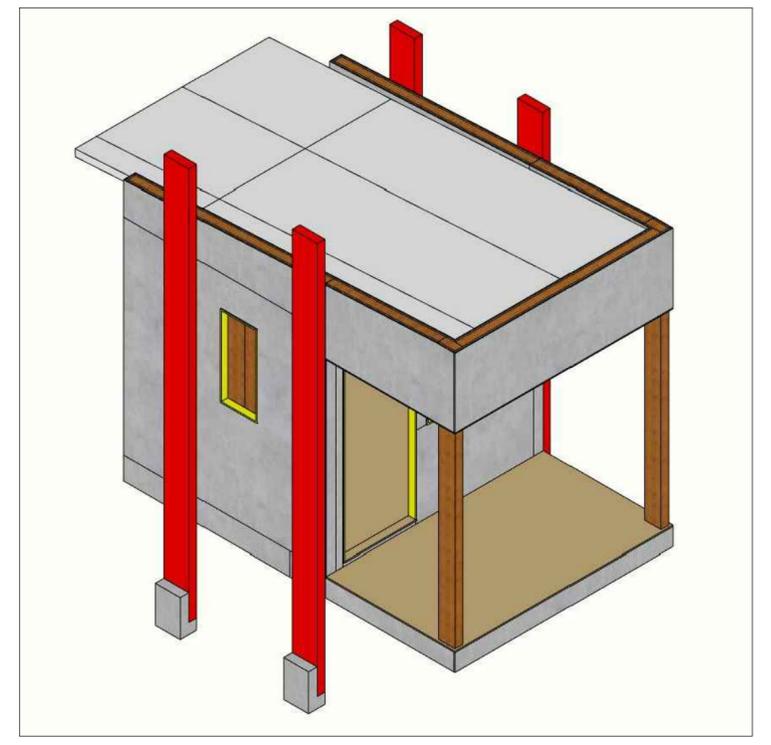
- 01 – Plantas e vistas – planta baixa, fachadas e isométrica
- 02 – Vistas – fachadas e isométrica explodida
- 03 – P1A – planta quadro estrutural e camadas, isométrica, detalhes e quantitativo
- 04 – P1B – planta quadro estrutural e camadas, isométrica, detalhes e quantitativo
- 05 – P2A – plantas, quadro estrutural, isométrica e detalhes
- 06 – P2A – vistas camadas de fechamento e quantitativo
- 07 – P2B – plantas, quadro estrutural, isométrica e detalhes
- 08 – P2B – vistas camadas de fechamento e quantitativo
- 09 – P3 – plantas, quadro estrutural, isométrica e detalhes
- 10 – P3 – vistas camadas de fechamento e quantitativo
- 11 – P4 – plantas, quadro estrutural, isométrica e detalhes
- 12 – P4 – vistas camadas de fechamento e quantitativo
- 13 – P5A – plantas, quadro estrutural, isométrica, detalhes, vistas camadas de fechamento e quantitativo
- 14 – P5B – plantas, quadro estrutural, isométrica, detalhes, vistas camadas de fechamento e quantitativo
- 15 – P6 – plantas, quadro estrutural, isométrica, detalhes, vistas camadas de fechamento e quantitativo
- 16 – Instruções de montagem – parte 1
- 17 – Instruções de montagem – parte 2
- 18 – Paginação de placas de OSB e placas cimentícias
- 19 – Paginação de placas cimentícias, paginação placas de compensado naval e quantitativo geral



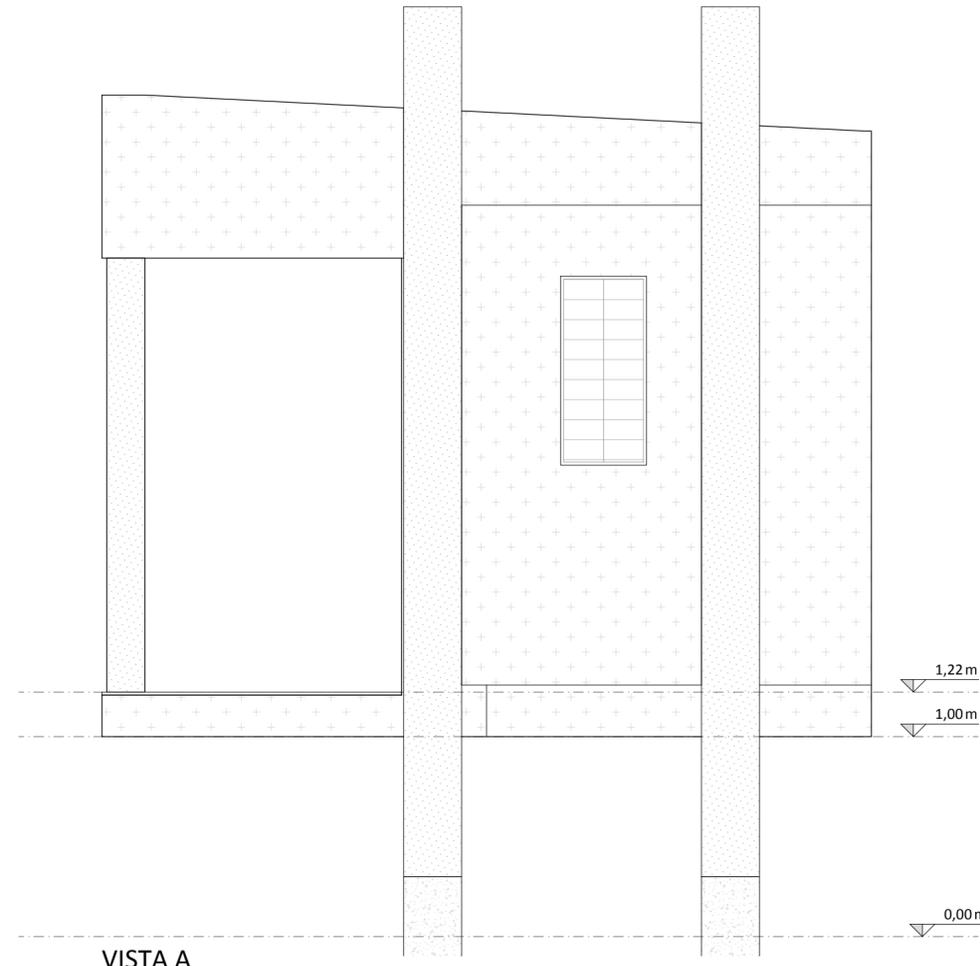
PLANTA BAIXA
escala 1/25



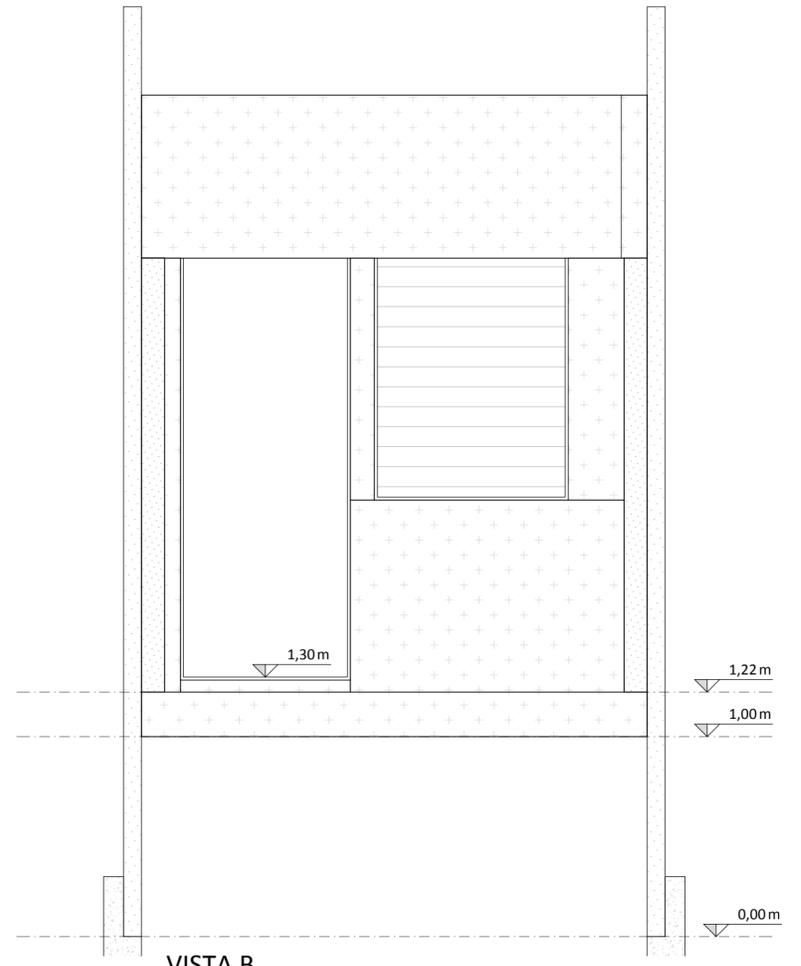
PLANTA ALTA - h = 2,5 m
escala 1/25



ISOMÉTRICA
escala sem escala



VISTA A
escala 1/25

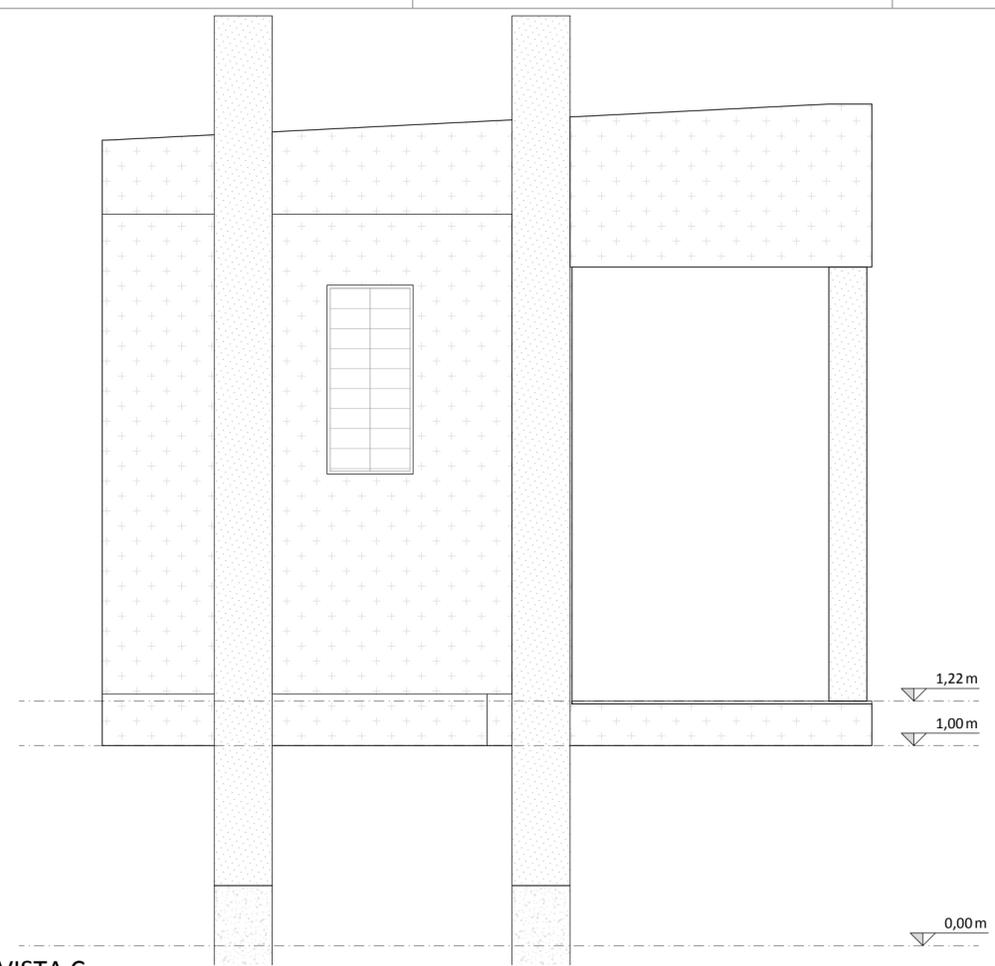


VISTA B
escala 1/25

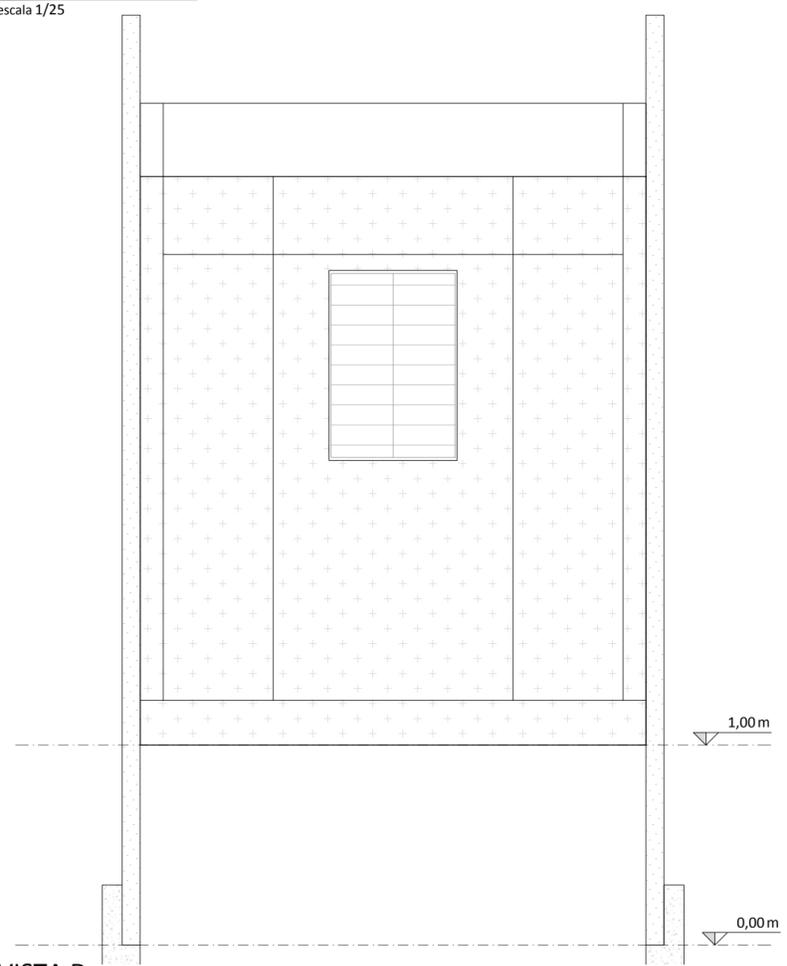
LEGENDA

- MONTANTE EM VISTA
- MONTANTE EM CORTE
- OSB
- PLACA CIMENTÍCIA
- COMPENSADO NAVAL

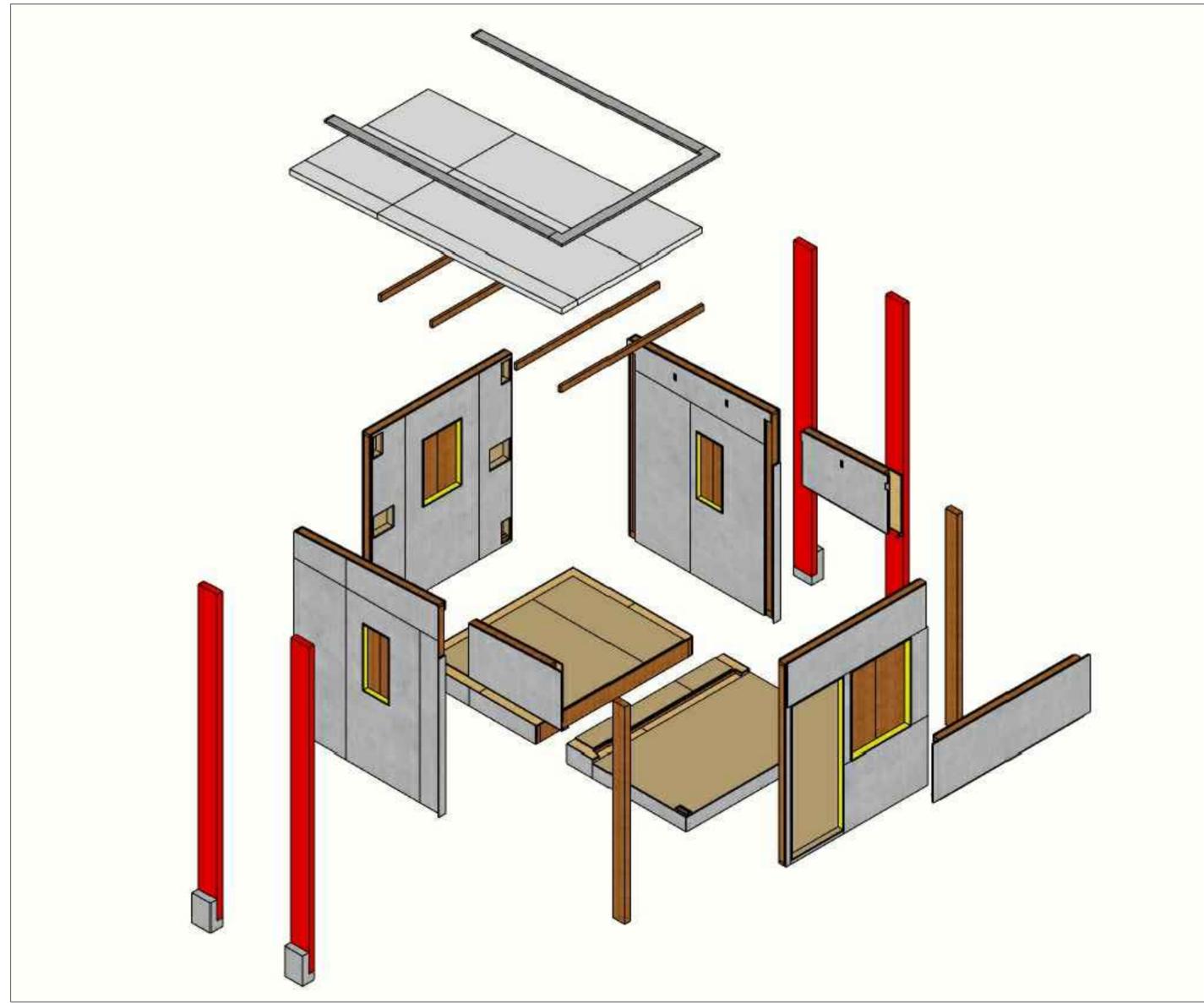
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA		
CENTRO TECNOLÓGICO		
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2019.2		
ELABORAÇÃO DE DETALHES PARA PAINÉIS MODULARES DE UM POSTO GUARDA VIDAS DESMONTÁVEL PROJETADO EM LIGHT WOOD FRAME		
ALUNO: LUCAS FRANCO MAIA	MATRICULA: 13103481	FOLHA
ORIENTADORA: PROF. DRA. ÂNGELA DO VALLE	DATA: 12/12/2019	01/
PLANTA E VISTAS	ESCALA INDICADA	19



VISTA C
escala 1/25



VISTA D
escala 1/25

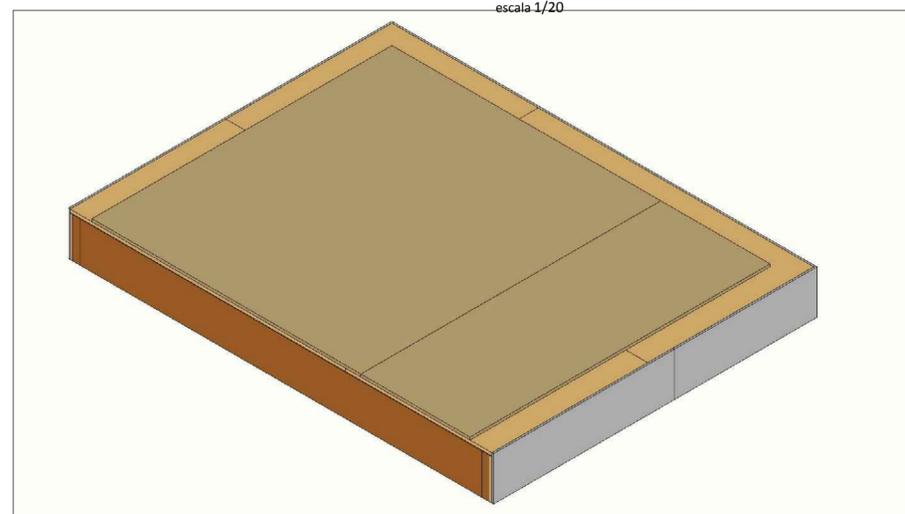
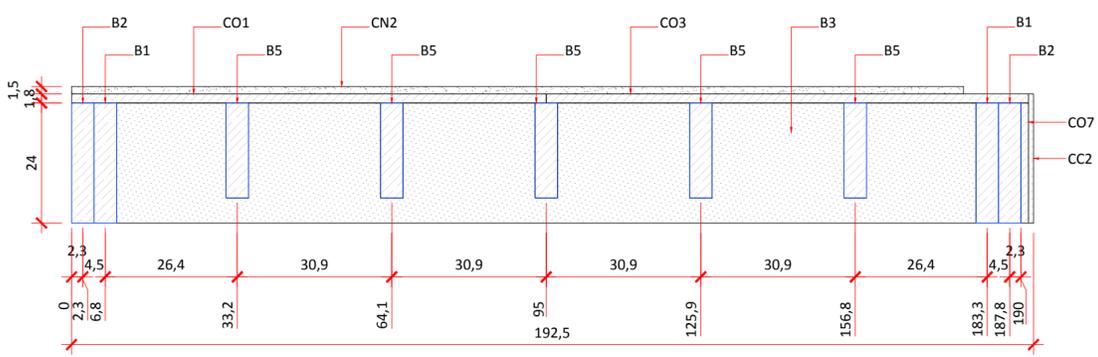
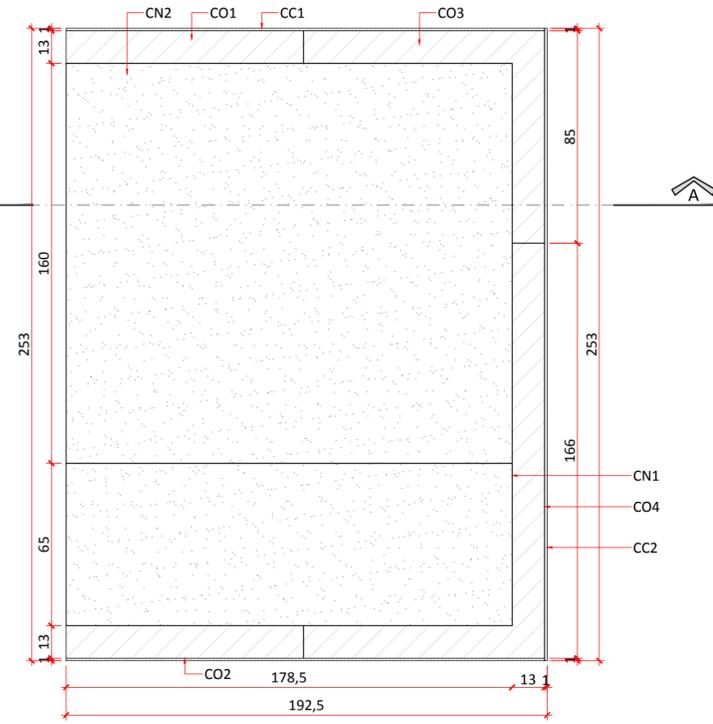
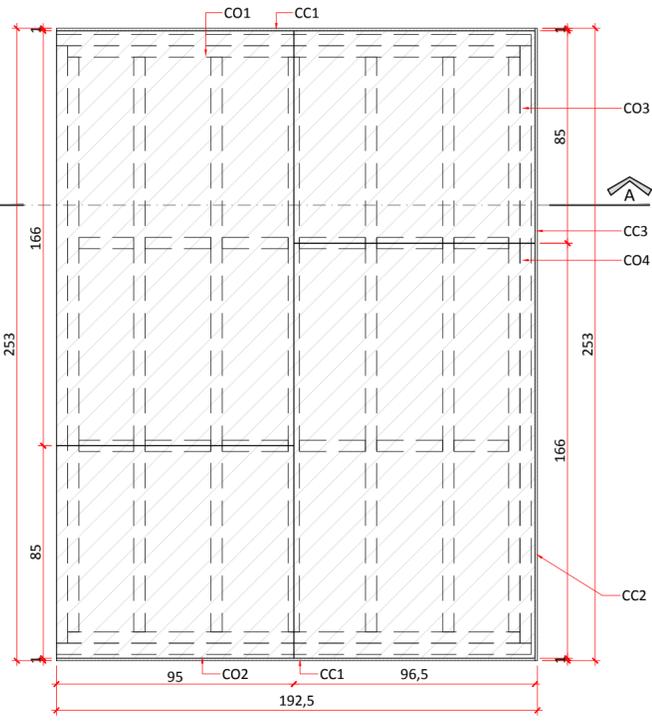
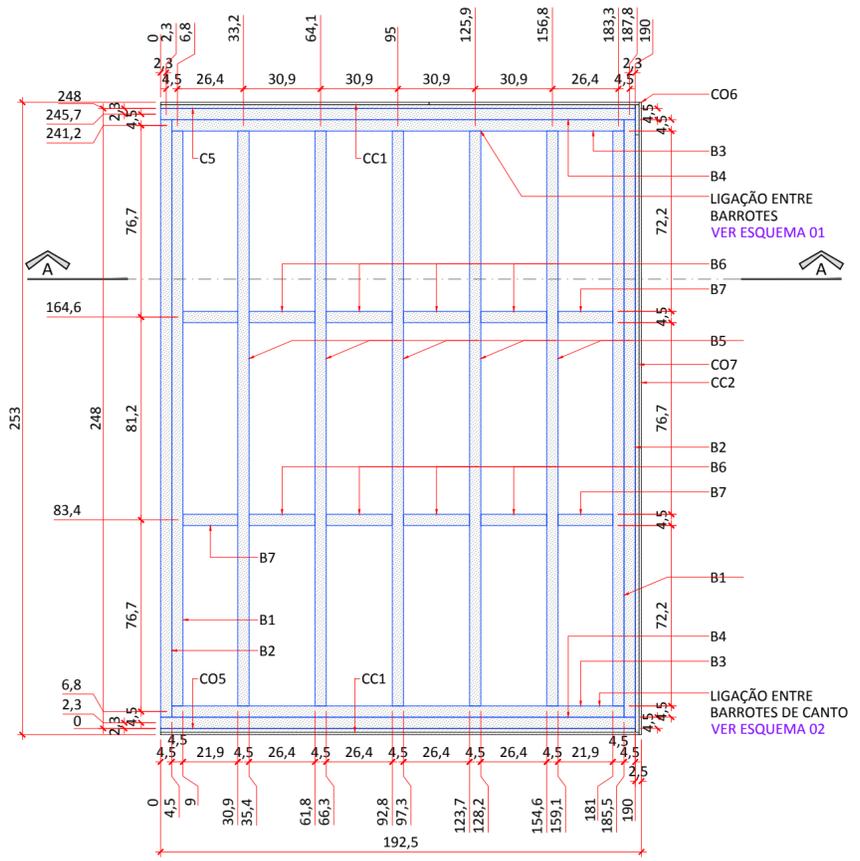


ISOMÉTRICA EXPLODIDA
escala sem escala

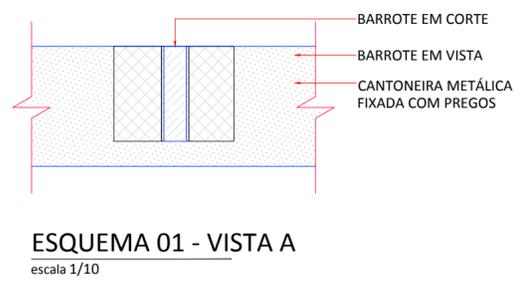
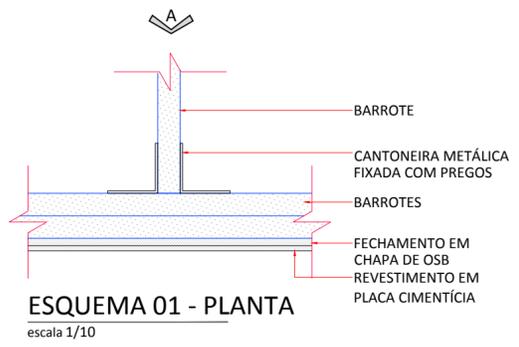
LEGENDA

- MONTANTE EM VISTA
- MONTANTE EM CORTE
- OSB
- PLACA CIMENTÍCIA
- COMPENSADO NAVAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA			
CENTRO TECNOLÓGICO			
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2019.2			
ELABORAÇÃO DE DETALHES PARA PAINÉIS MODULARES DE UM POSTO GUARDA VIDAS DESMONTÁVEL PROJETADO EM LIGHT WOOD FRAME			
ALUNO: LUCAS FRANCO MAIA	MATRICULA: 13103481	FOLHA	
ORIENTADORA: PROF. DRA. ÂNGELA DO VALLE	DATA: 12/12/2019	02/	
VISTAS	ESCALA INDICADA	19	

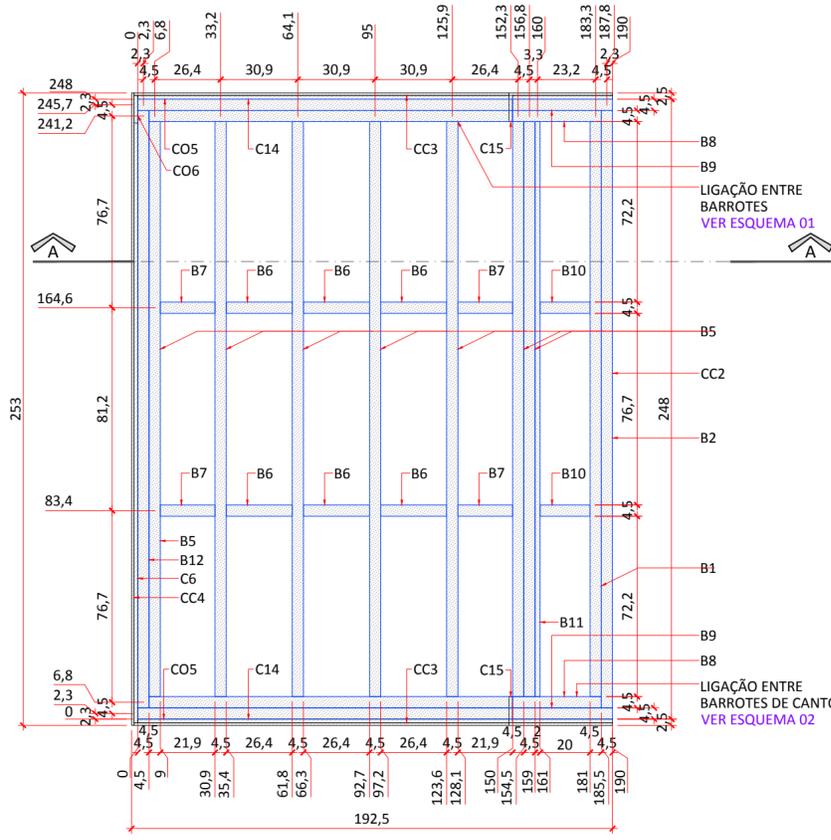


PAINEL 1A			
BARROTE 4,5x24 cm			
Comprimento [cm]	Quant. [unit]	Código	
230	2	P1A	B1
239	2	P1A	B2
181	2	P1A	B3
190	2	P1A	B4
BARROTE 4,5x19 cm			
Comprimento [cm]	Quant. [unit]	Código	
230	5	P1A	B5
26,4	8	P1A	B6
21,9	4	P1A	B7
CHAPA DE OSB 18 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
166	95	1	P1A CO1
85	95	1	P1A CO2
85	96,5	1	P1A CO3
166	96,5	1	P1A CO4
CHAPA DE OSB 15 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
190	24	2	P1A CO5
11	24	1	P1A CO6
240	24	1	P1A CO7
CHAPA COMPENSADO NAVAL 15 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
178,5	65	1	P1A CN1
178,5	260	1	P1A CN2
PLACA CIMENTÍCIA 10 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
191,5	26	2	P1A CC1
253	26	1	P1A CC2

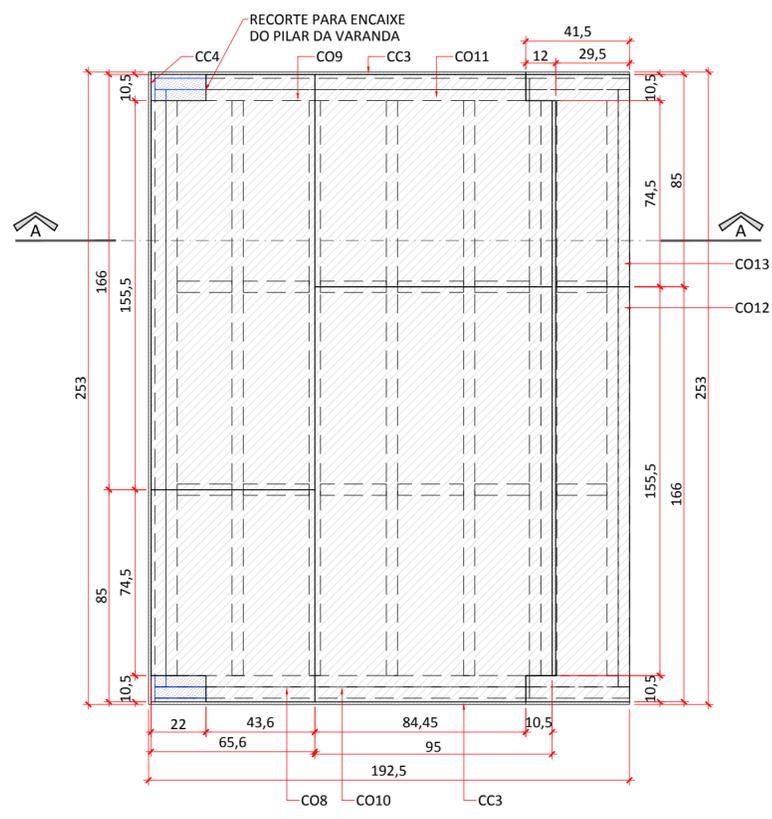


LEGENDA	
[Symbol]	MONTANTE EM VISTA
[Symbol]	MONTANTE EM CORTE
[Symbol]	OSB
[Symbol]	PLACA CIMENTÍCIA
[Symbol]	COMPENSADO NAVAL

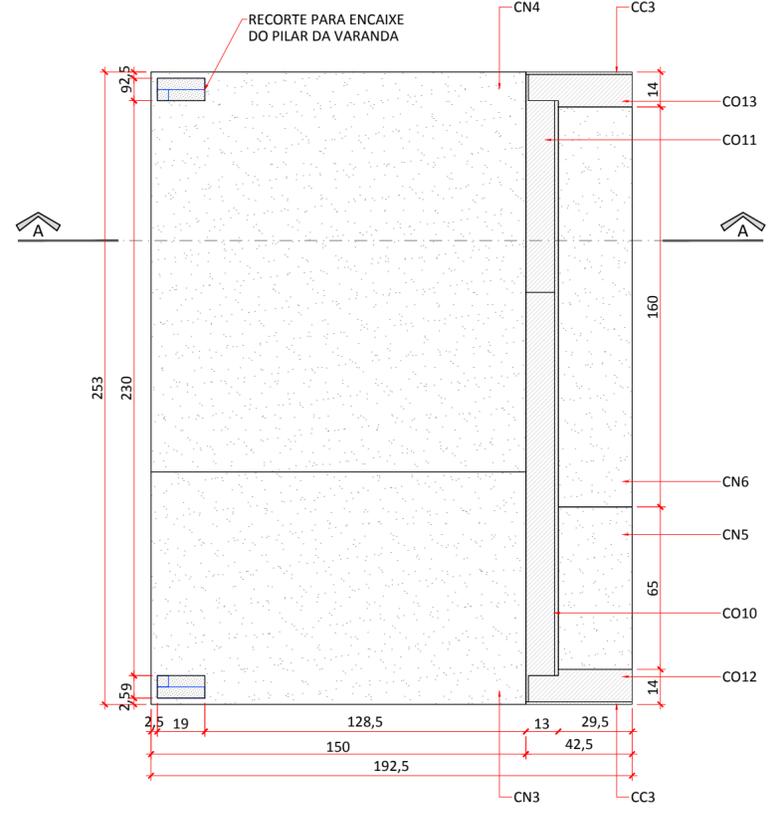
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA			
CENTRO TECNOLÓGICO			
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			03/19
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2019.2			
ELABORAÇÃO DE DETALHES PARA PAINÉIS MODULARES DE UM POSTO GUARDA VIDAS DESMONTÁVEL PROJETADO EM LIGHT WOOD FRAME			
ALUNO: LUCAS FRANCO MAIA	MATRICULA: 13103481	FOLHA	
ORIENTADORA: PROF. DRA. ÂNGELA DO VALLE	DATA: 12/12/2019		
PAINEL P1A	ESCALA INDICADA		



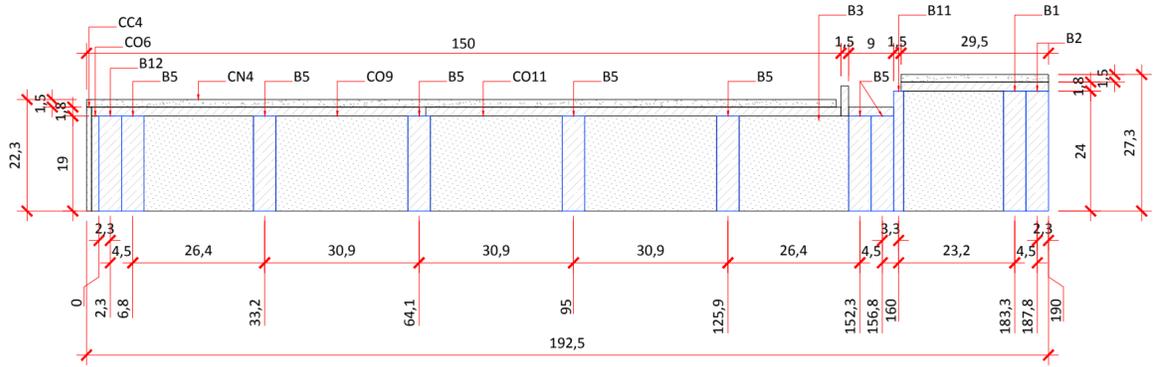
PAINEL 1B - QUADRO ESTRUTURAL
escala 1/20



PAINEL 1B - CAMADA OSB
escala 1/20



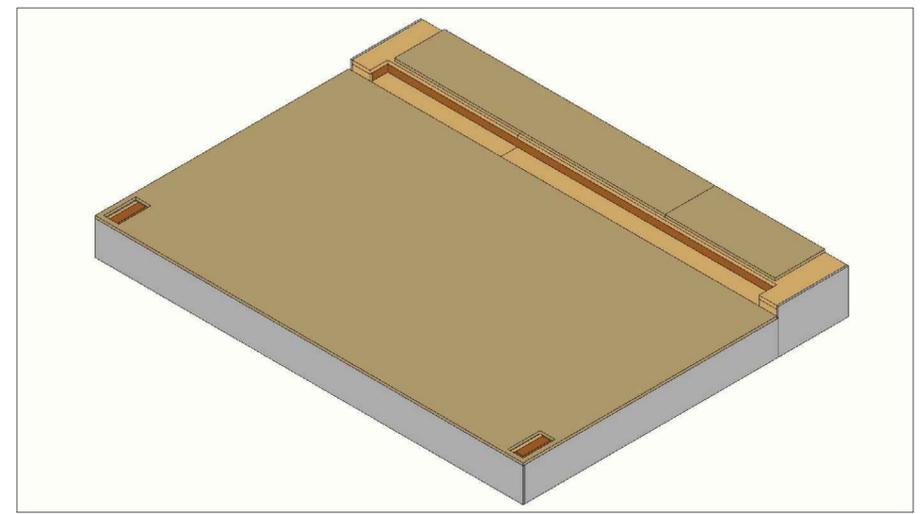
PAINEL 1B - CAMADA COMPENSADO NAVAL
escala 1/20



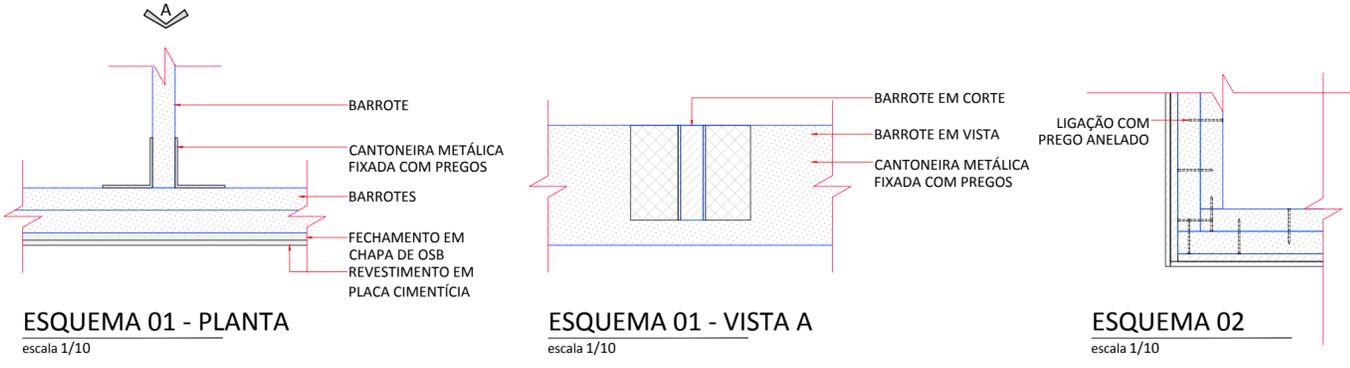
PAINEL 1B - CORTE
escala 1/10

PAINEL 1B			
BARROTE 4,5x24 cm			
Comprimento [cm]	Quant. [unit]	Código	
230	1	P1B	B1
239	1	P1B	B2
181	2	P1B	B8
190	2	P1B	B9
20	2	P1B	B10
BARROTE 2x24 cm			
Comprimento [cm]	Quant. [unit]	Código	
230	1	P1B	B11
BARROTE 4,5x19 cm			
Comprimento [cm]	Quant. [unit]	Código	
230	7	P1B	B5
239	1	P1B	B12
26,4	6	P1B	B6
21,9	4	P1B	B7
CHAPA DE OSB 18 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
65,55	85	1	P1B CO8
65,55	166	1	P1B CO9
94,95	166	1	P1B CO10
94,95	85	1	P1B CO11
41,5	166	1	P1B CO12
41,5	85	1	P1B CO13
CHAPA DE OSB 15 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
190	24	2	P1B CO14
11	24	1	P1B CO6
240	24	1	P1B CO7
10,5	6	2	P1B CO15
CHAPA COMPENSADO NAVAL 15 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
150	93	1	P1B CN2
150	160	1	P1B CN3
29,5	65	1	P1B CN4
29,5	160	1	P1B CN5
PLACA CIMENTÍCIA 10 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
191,5	26	2	P1B CC3
253	20,8	1	P1B CC4

QUANTITATIVO
escala sem escala



ISOMÉTRICA PAINEL 1B
escala sem escala



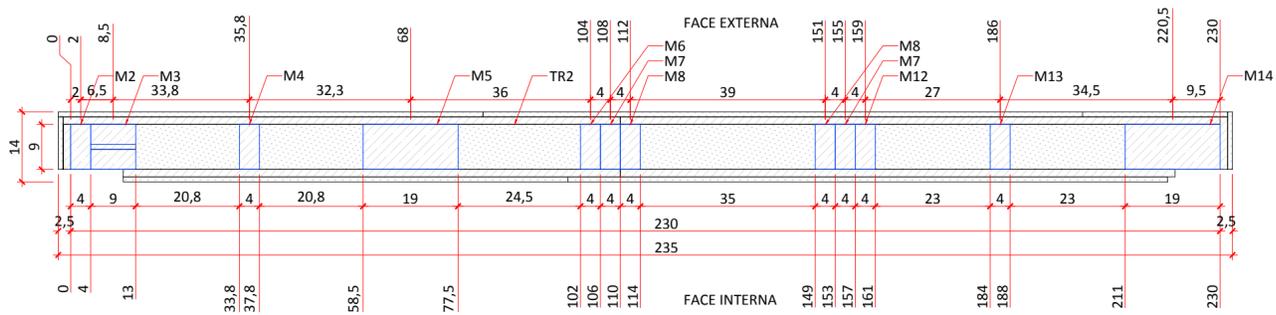
ESQUEMA 01 - PLANTA
escala 1/10

ESQUEMA 01 - VISTA A
escala 1/10

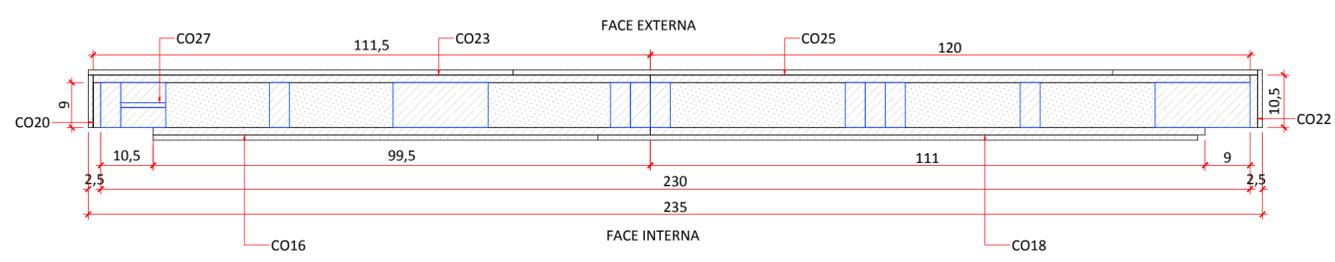
ESQUEMA 02
escala 1/10

LEGENDA	
[Hatched Pattern]	MONTANTE EM VISTA
[Dotted Pattern]	MONTANTE EM CORTE
[Cross-hatched Pattern]	OSB
[White]	PLACA CIMENTÍCIA
[Diagonal Hatched]	COMPENSADO NAVAL

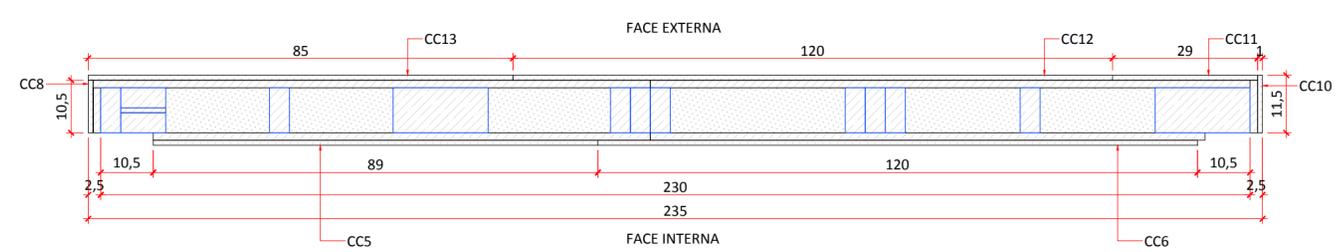
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA		
CENTRO TECNOLÓGICO		
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2019.2		
ELABORAÇÃO DE DETALHES PARA PAINÉIS MODULARES DE UM POSTO GUARDA VIDAS DESMONTÁVEL PROJETADO EM LIGHT WOOD FRAME		
ALUNO: LUCAS FRANCO MAIA	MATRICULA: 13103481	FOLHA
ORIENTADORA: PROF. DRA. ÂNGELA DO VALLE	DATA: 12/12/2019	04/ 19
PAINEL: P1B	ESCALA INDICADA	



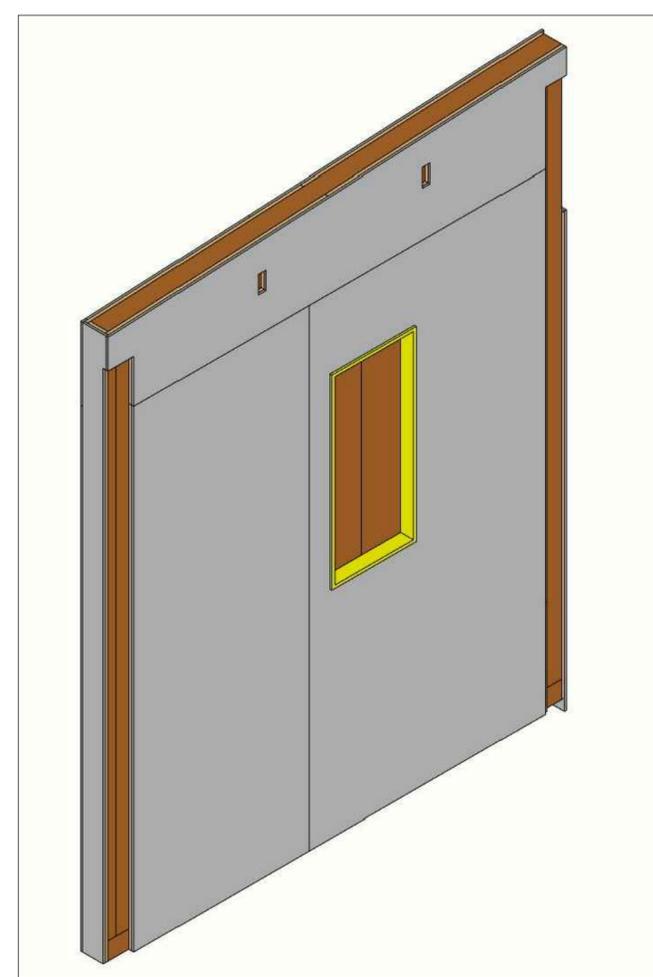
PAINEL 2A - PLANTA QUADRO ESTRUTURAL
escala 1/10



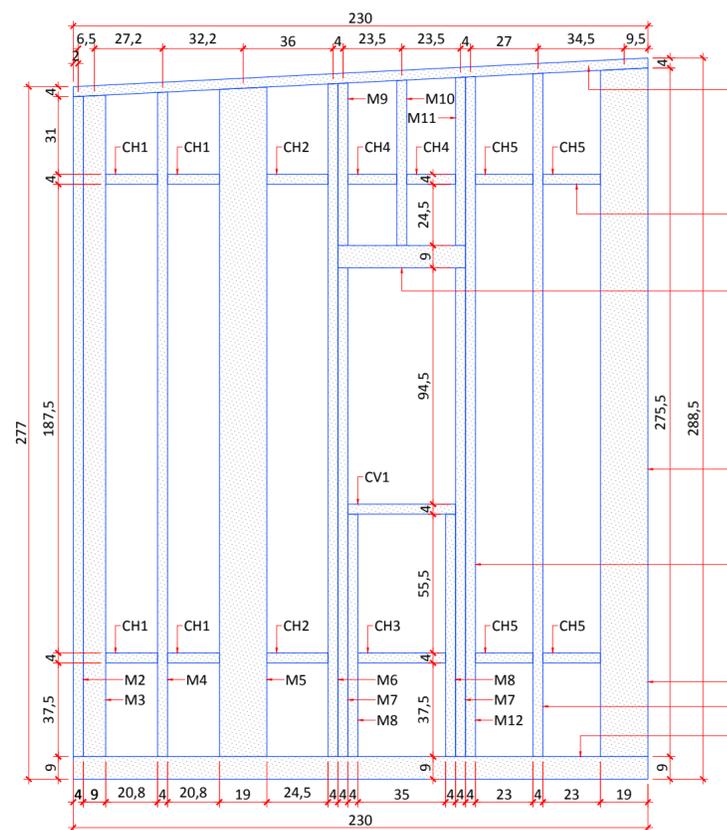
PAINEL 2A - PLANTA OSB
escala 1/10



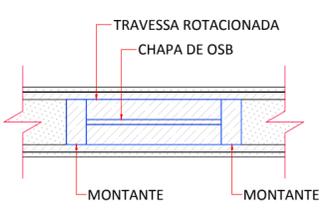
PAINEL 2A - PLANTA PLACA CIMENTÍCIA
escala 1/10



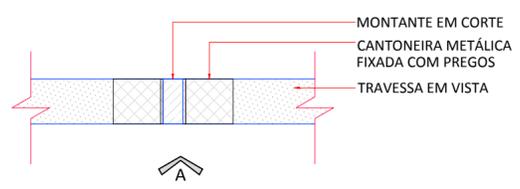
PAINEL 2A - ISOMÉTRICA
escala sem escala



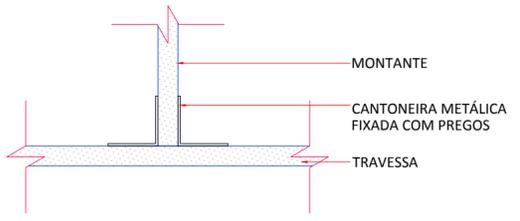
PAINEL 2A - QUADRO ESTRUTURAL
escala 1/20



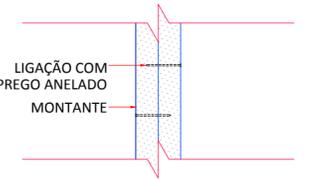
ESQUEMA 03
escala 1/10



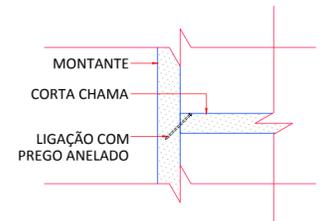
ESQUEMA 04 - PLANTA
escala 1/10



ESQUEMA 04 - VISTA A
escala 1/10



ESQUEMA 05
escala 1/10

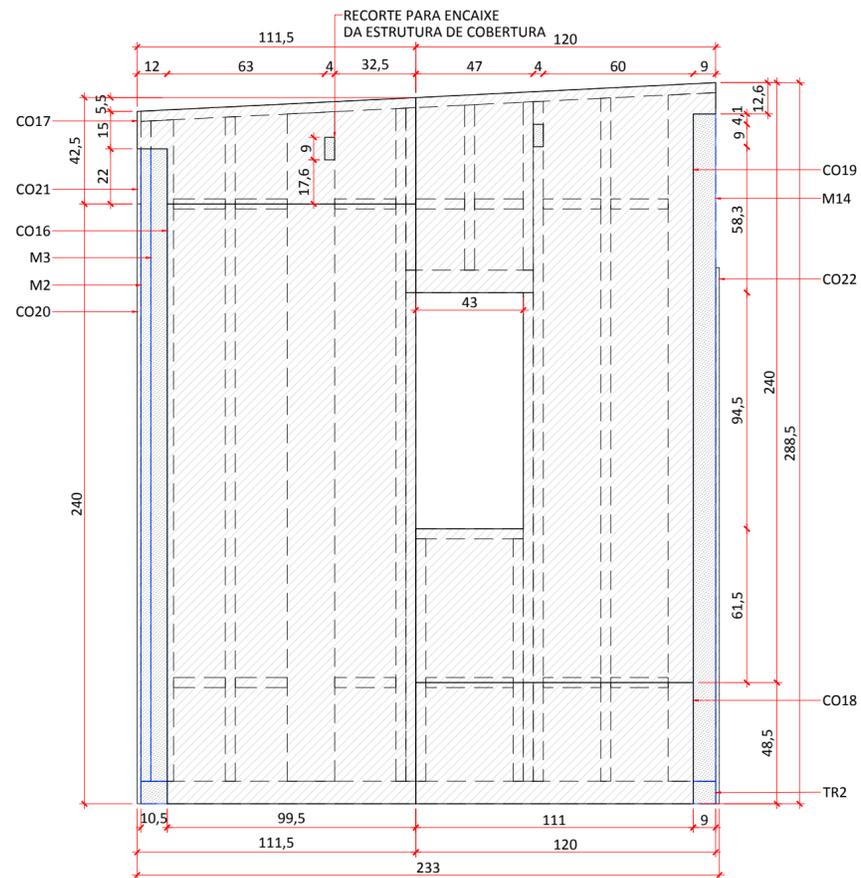


ESQUEMA 06
escala 1/10

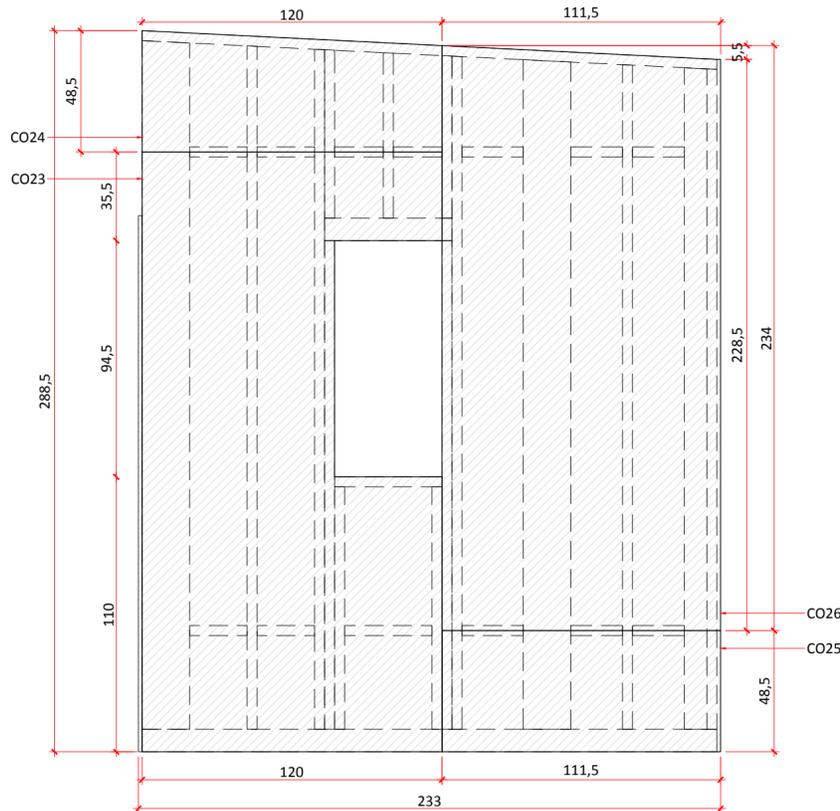
LEGENDA

- MONTANTE EM VISTA
- MONTANTE EM CORTE
- OSB
- PLACA CIMENTÍCIA
- COMPENSADO NAVAL

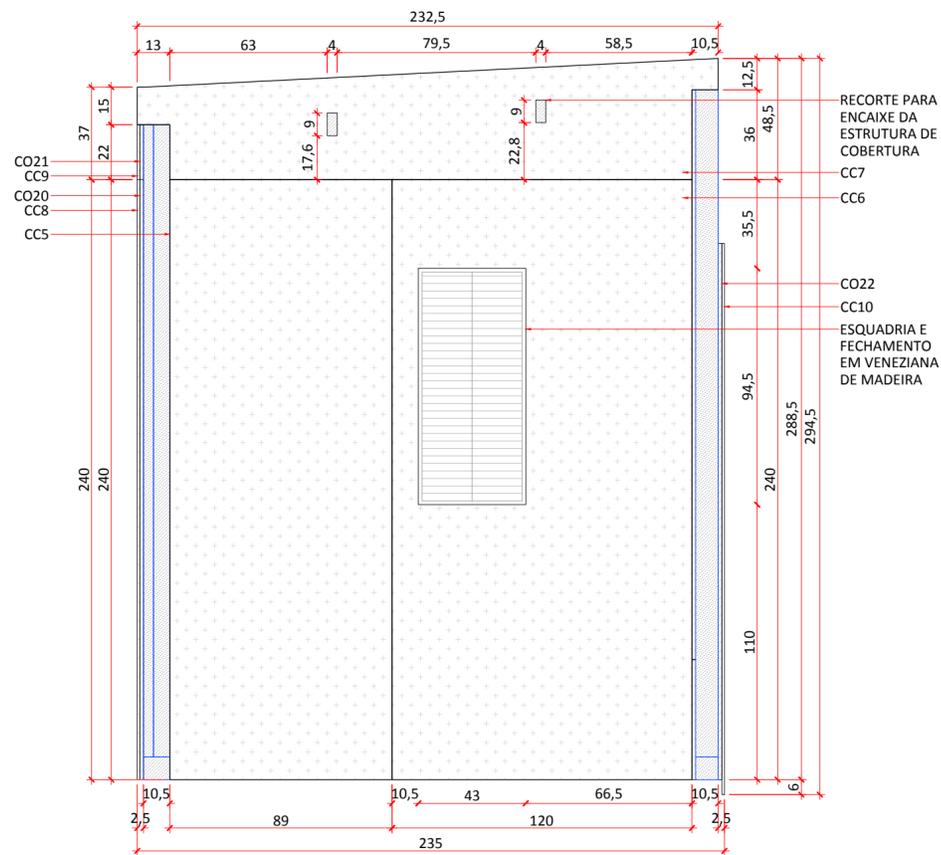
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA		
CENTRO TECNOLÓGICO		
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2019.2		
ELABORAÇÃO DE DETALHES PARA PAINÉIS MODULARES DE UM POSTO GUARDA VIDAS DESMONTÁVEL PROJETADO EM LIGHT WOOD FRAME		
ALUNO: LUCAS FRANCO MAIA	MATRICULA: 13103481	FOLHA
ORIENTADORA: PROF. DRA. ÂNGELA DO VALLE	DATA: 12/12/2019	05/
PAINEL P2A	ESCALA INDICADA	19



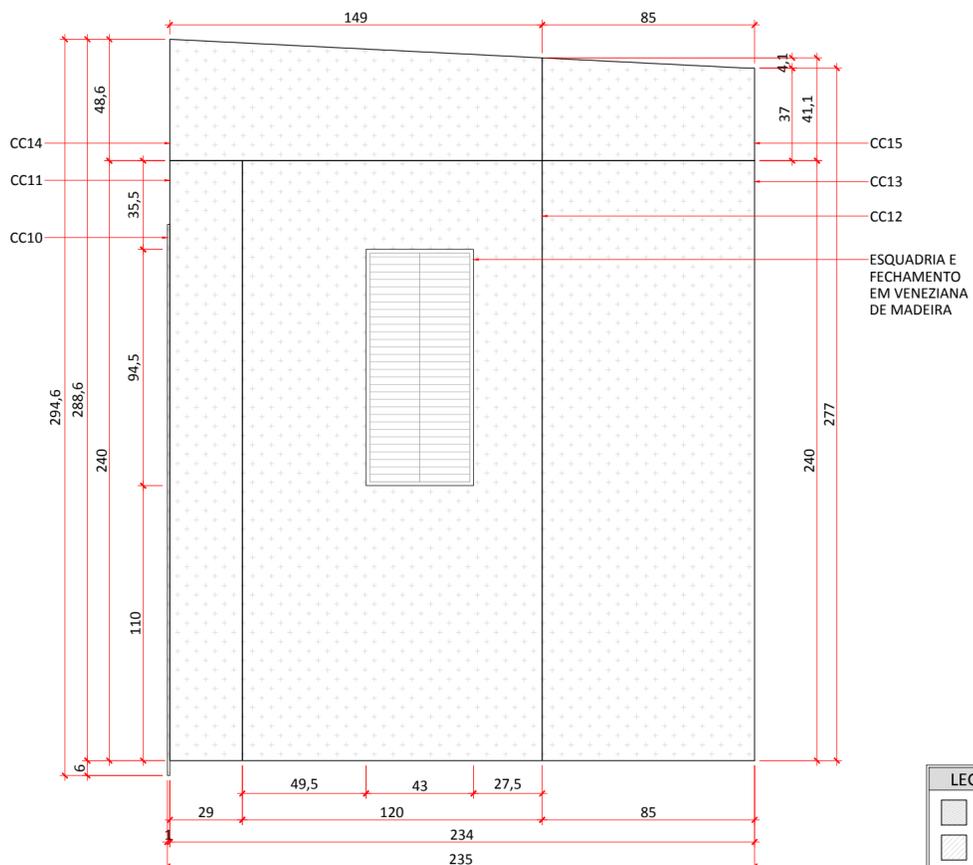
PAINEL 2A - CAMADA OSB FACE INTERNA
escala 1/20



PAINEL 2A - CAMADA OSB FACE EXTERNA
escala 1/20



PAINEL 2A - CAMADA PLACA CIMENTÍCIA FACE INTERNA
escala 1/20



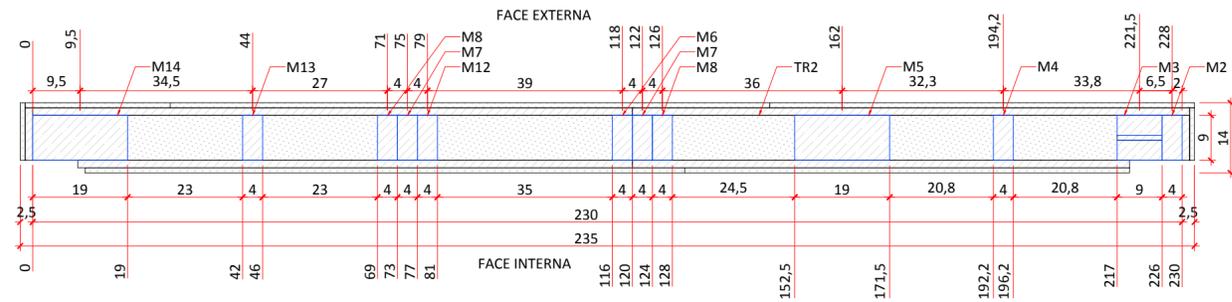
PAINEL 2A - CAMADA PLACA CIMENTÍCIA FACE EXTERNA
escala 1/20

LEGENDA

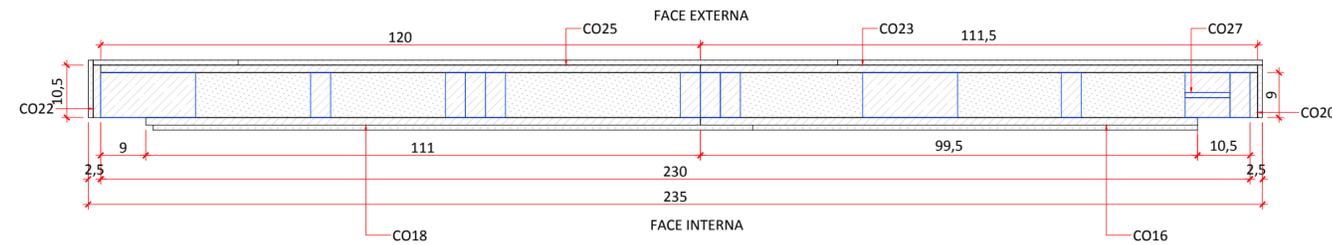
- MONTANTE EM VISTA
- MONTANTE EM CORTE
- OSB
- PLACA CIMENTÍCIA
- COMPENSADO NAVAL

PAINEL 2A			
MONTANTES 4x9 cm			
Comprimento [cm]	Quant. [unit]	Código	
264,2	1	P2A	M2
264,65	2	P2A	M3
265,9	1	P2A	M4
269,3	1	P2A	M6
195,5	2	P2A	M7
97	2	P2A	M8
65	1	P2A	M9
66,2	1	P2A	M10
67,4	1	P2A	M11
272	1	P2A	M12
273,4	1	P2A	M13
20,8	4	P2A	CH1
24,5	2	P2A	CH2
35	1	P2A	CH3
19,5	2	P2A	CH4
23	4	P2A	CH5
43	2	P2A	VR1
43	1	P2A	CV1
TRAVESSA 4x9 cm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
230,3		1	P2A TR1
TRAVESSA 9x9 cm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
230		1	P2A TR2
MONTANTES 9x19 cm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
267,9		1	P2A M5
275,5		1	P2A M14
CHAPA DE OSB 15 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
111,5	240	1	P2A CO16
111,5	42,5	1	P2A CO17
111	48,5	1	P2A CO18
120	240	1	P2A CO19
9	240	1	P2A CO20
9	37	1	P2A CO21
10,5	214,5	1	P2A CO22
120	240	1	P2A CO23
120	48,5	1	P2A CO24
111,5	48,5	1	P2A CO25
111,5	234	1	P2A CO26
CHAPA DE OSB 10 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
9	264,65	1	P2A CO27
43	9	1	P2A CO28
PLACA CIMENTÍCIA 10 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
89	240	1	P2A CC5
120	240	1	P2A CC6
232,5	48,5	1	P2A CC7
10,5	240	1	P2A CC8
10,5	37	1	P2A CC9
11,5	220,5	1	P2A CC10
29	240	1	P2A CC11
120	240	1	P2A CC12
85	240	1	P2A CC13
48,6	149	1	P2A CC14
41,1	85	1	P2A CC15

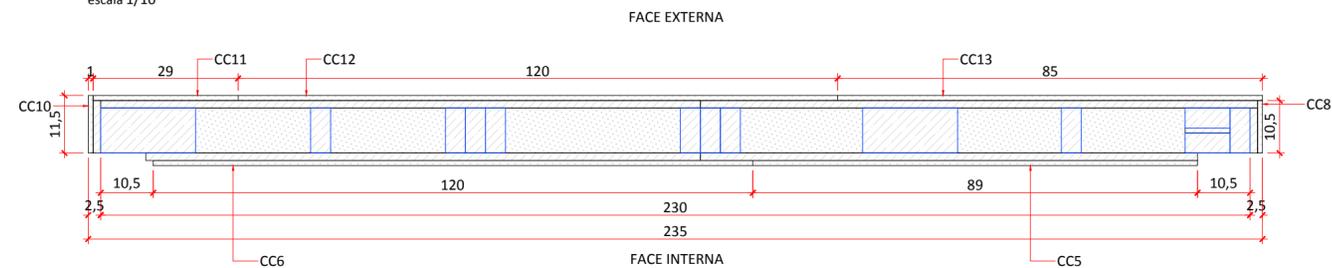
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA		
CENTRO TECNOLÓGICO		
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2019.2		
ELABORAÇÃO DE DETALHES PARA PAINÉIS MODULARES DE UM POSTO GUARDA VIDAS DESMONTÁVEL PROJETADO EM LIGHT WOOD FRAME		
ALUNO: LUCAS FRANCO MAIA	MATRICULA: 13103481	FOLHA
ORIENTADORA: PROF. DRA. ÂNGELA DO VALLE	DATA: 12/12/2019	06/19
PAINEL P2A	ESCALA INDICADA	



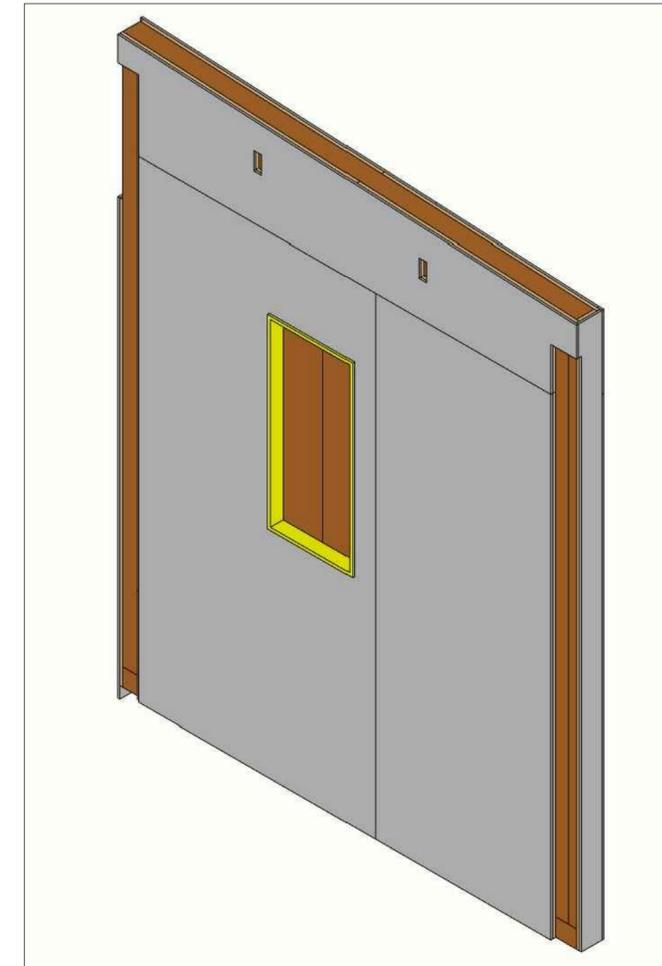
PAINEL 2A - PLANTA QUADRO ESTRUTURAL
escala 1/10



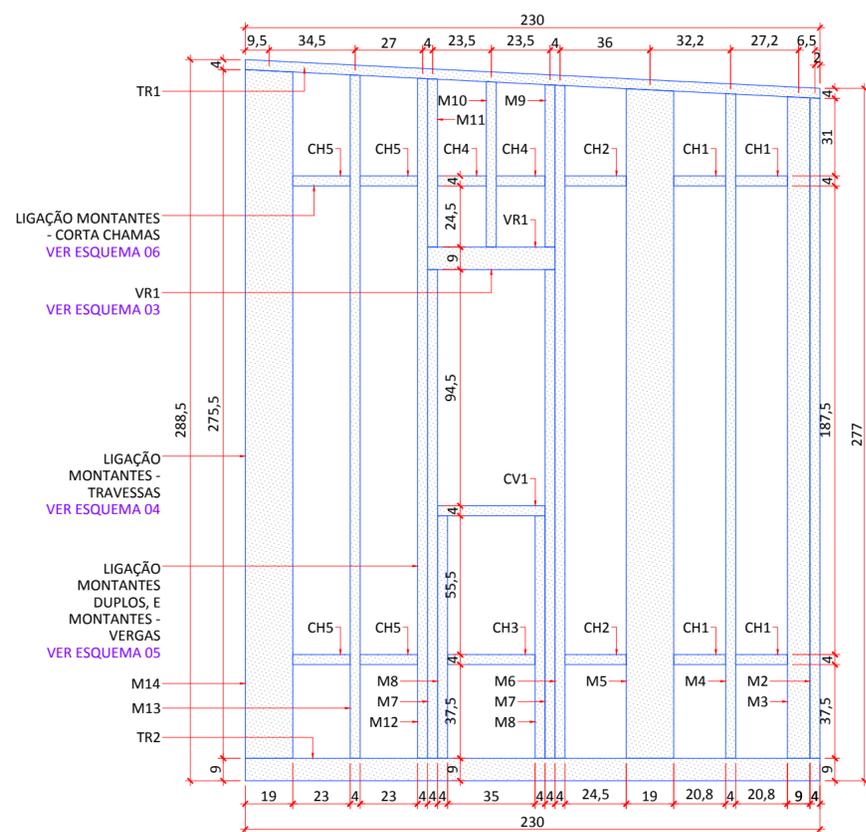
PAINEL 2B - PLANTA OSB
escala 1/10



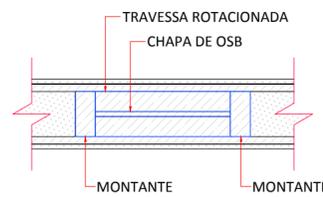
PAINEL 2B - PLANTA PLACA CIMENTÍCIA
escala 1/10



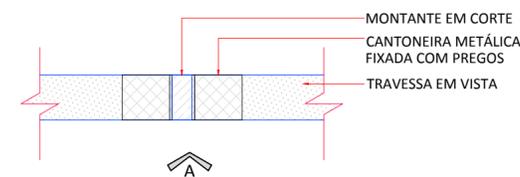
PAINEL 2B - ISOMÉTRICA
escala sem escala



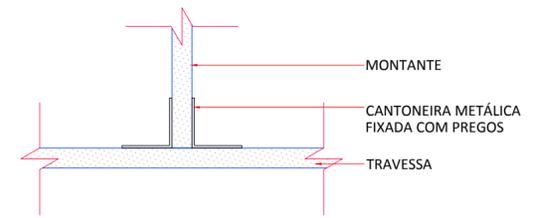
PAINEL 2B - QUADRO ESTRUTURAL
escala 1/20



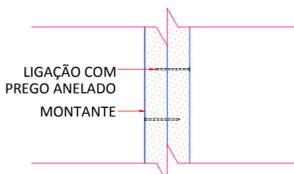
ESQUEMA 03
escala 1/10



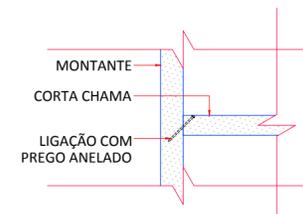
ESQUEMA 04 - PLANTA
escala 1/10



ESQUEMA 04 - VISTA A
escala 1/10



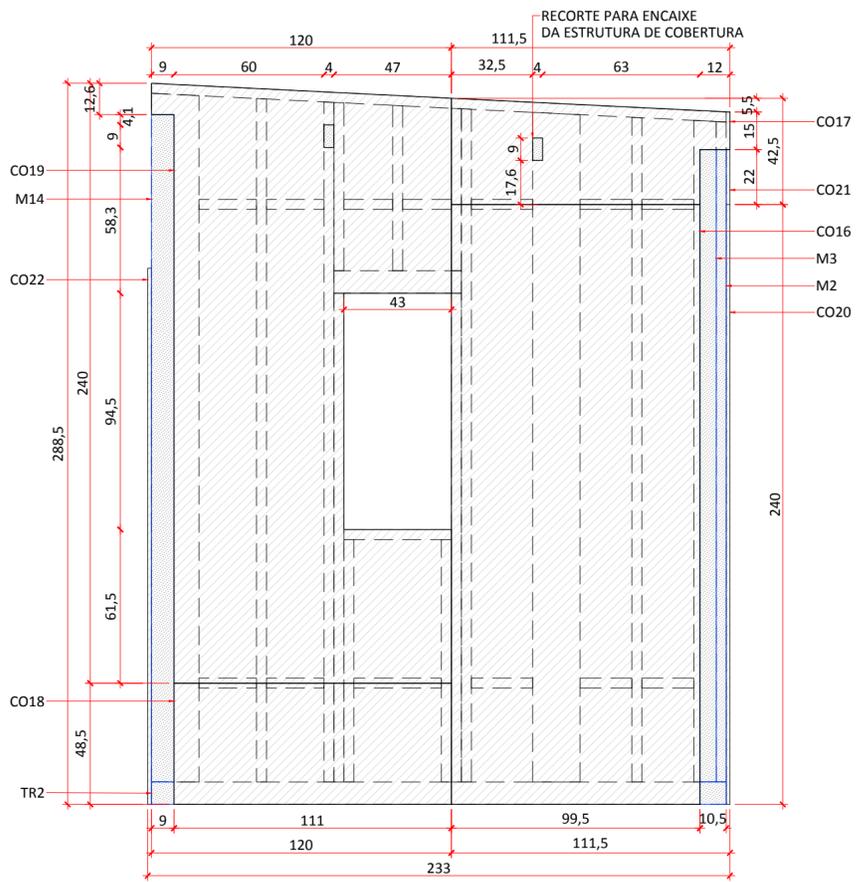
ESQUEMA 05
escala 1/10



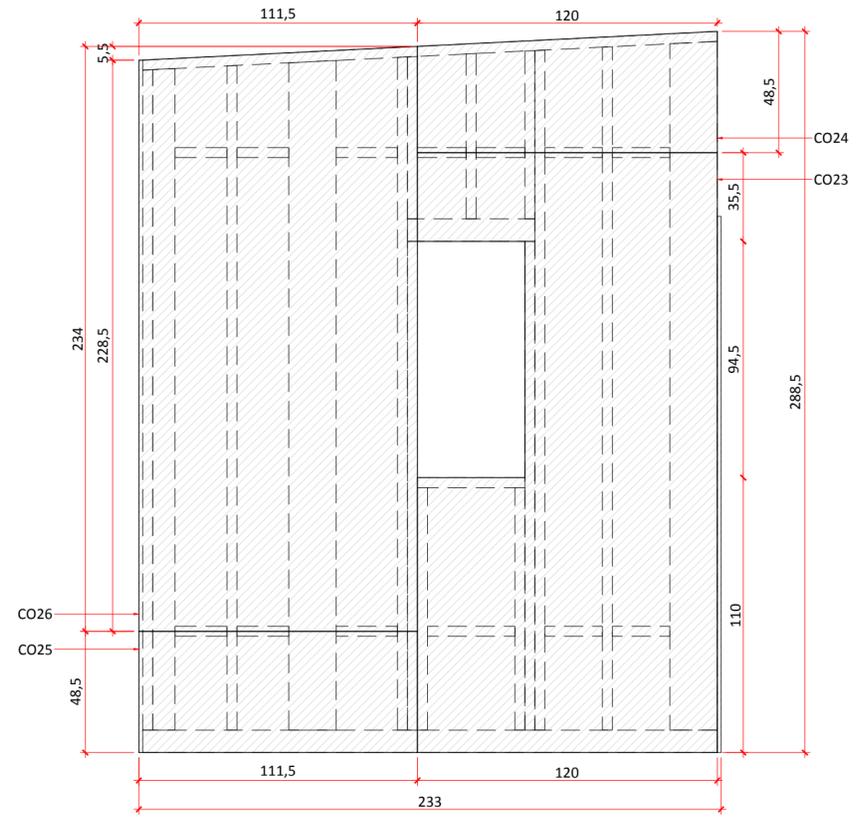
ESQUEMA 06
escala 1/10

LEGENDA	
	MONTANTE EM VISTA
	MONTANTE EM CORTE
	OSB
	PLACA CIMENTÍCIA
	COMPENSADO NAVAL

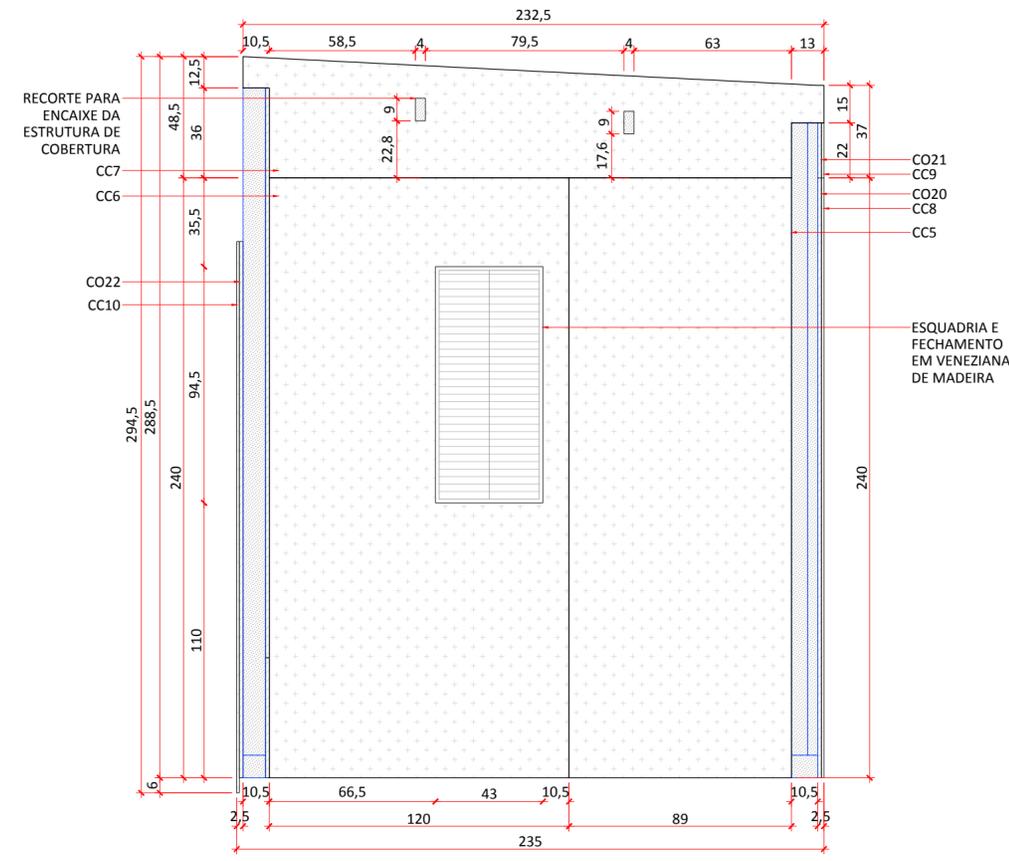
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA		
CENTRO TECNOLÓGICO		
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2019.2		
ELABORAÇÃO DE DETALHES PARA PAINÉIS MODULARES DE UM POSTO GUARÃO VIDAS DESMONTÁVEL PROJETADO EM LIGHT WOOD FRAME		
ALUNO: LUCAS FRANCO MAIA	MATRICULA: 13103481	FOLHA
ORIENTADORA: PROF. DRA. ÂNGELA DO VALLE	DATA: 12/12/2019	07/
PAINEL P2B	ESCALA INDICADA	19



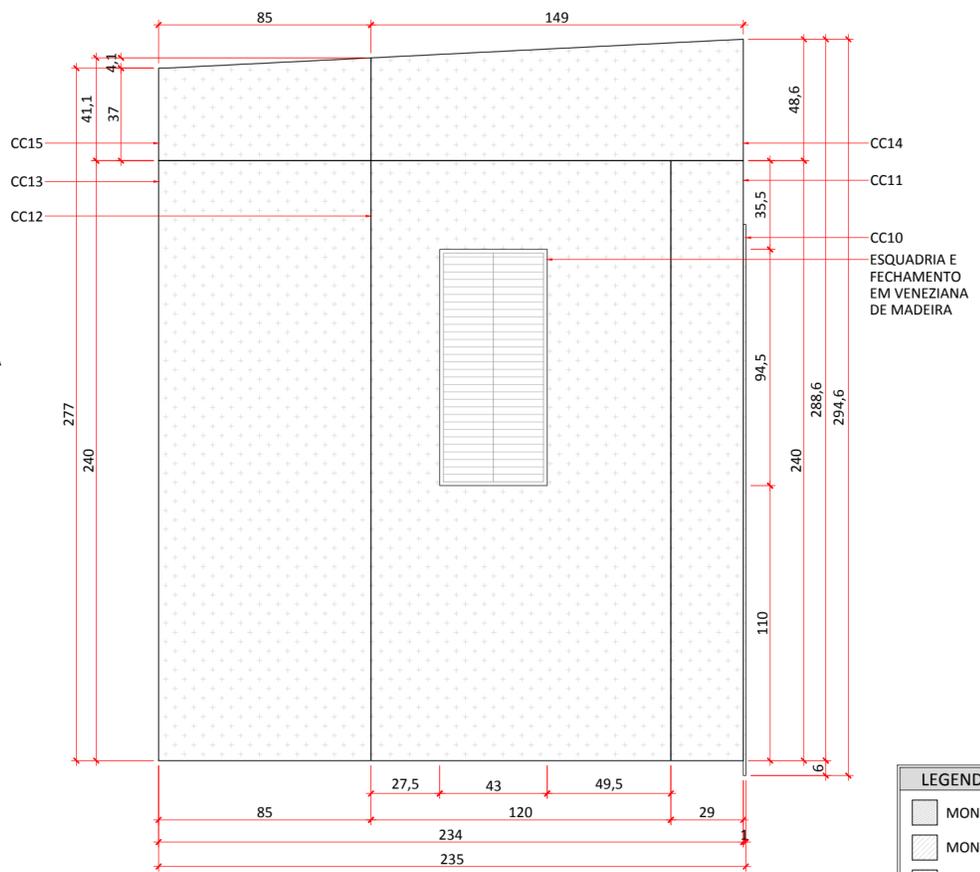
PAINEL 2B - CAMADA OSB FACE INTERNA
escala 1/20



PAINEL 2B - CAMADA OSB FACE EXTERNA
escala 1/20



PAINEL 2B - CAMADA PLACA CIMENTÍCIA FACE INTERNA
escala 1/20



PAINEL 2B - CAMADA PLACA CIMENTÍCIA FACE EXTERNA
escala 1/20

LEGENDA

- MONTANTE EM VISTA
- MONTANTE EM CORTE
- OSB
- PLACA CIMENTÍCIA
- COMPENSADO NAVAL

PAINEL 2B			
MONTANTES 4x9 cm			
Comprimento [cm]	Quant. [unit]	Código	
264,2	1	P2B	M2
264,65	2	P2B	M3
265,9	1	P2B	M4
269,3	1	P2B	M6
195,5	2	P2B	M7
97	2	P2B	M8
65	1	P2B	M9
66,2	1	P2B	M10
67,4	1	P2B	M11
272	1	P2B	M12
273,4	1	P2B	M13
20,8	4	P2B	CH1
24,5	2	P2B	CH2
35	1	P2B	CH3
19,5	2	P2B	CH4
23	4	P2B	CH5
43	2	P2B	VR1
43	1	P2B	CV1
TRAVESSA 4x9 cm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
230,3		1	P2B TR1
TRAVESSA 9x9 cm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
230		1	P2B TR2
MONTANTES 9x19 cm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
267,9		1	P2B M5
275,5		1	P2B M14
CHAPA DE OSB 15 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
111,5	240	1	P2B CO16
111,5	42,5	1	P2B CO17
111	48,5	1	P2B CO18
120	240	1	P2B CO19
9	240	1	P2B CO20
9	37	1	P2B CO21
10,5	214,5	1	P2B CO22
120	240	1	P2B CO23
120	48,5	1	P2B CO24
111,5	48,5	1	P2B CO25
111,5	234	1	P2B CO26
CHAPA DE OSB 10 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
9	264,65	1	P2B CO27
43	9	1	P2B CO28
PLACA CIMENTÍCIA 10 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
89	240	1	P2B CC5
120	240	1	P2B CC6
232,5	48,5	1	P2B CC7
10,5	240	1	P2B CC8
10,5	37	1	P2B CC9
11,5	220,5	1	P2B CC10
29	240	1	P2B CC11
120	240	1	P2B CC12
85	240	1	P2B CC13
48,6	149	1	P2B CC14
41,1	85	1	P2B CC15

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

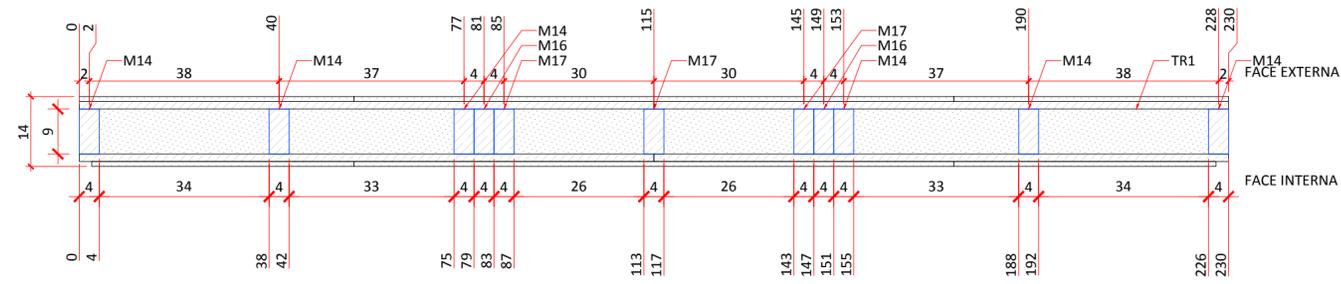
CENTRO TECNOLÓGICO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

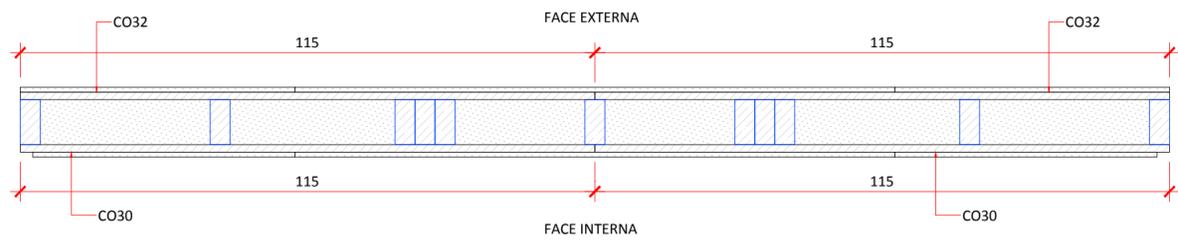
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2019.2

ELABORAÇÃO DE DETALHES PARA PAINÉIS MODULARES DE UM POSTO GUARDA VIDAS DESMONTÁVEL PROJETADO EM LIGHT WOOD FRAME

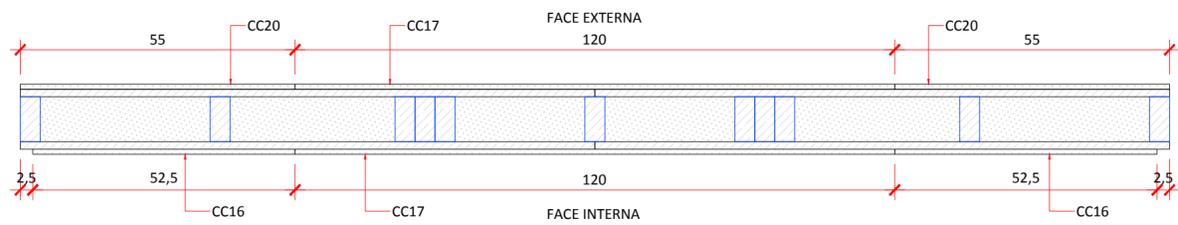
ALUNO: LUCAS FRANCO MAIA	MATRICULA: 13103481	FOLHA
ORIENTADORA: PROF. DRA. ÂNGELA DO VALLE	DATA: 12/12/2019	08/
PAINEL P2 B	ESCALA INDICADA	19



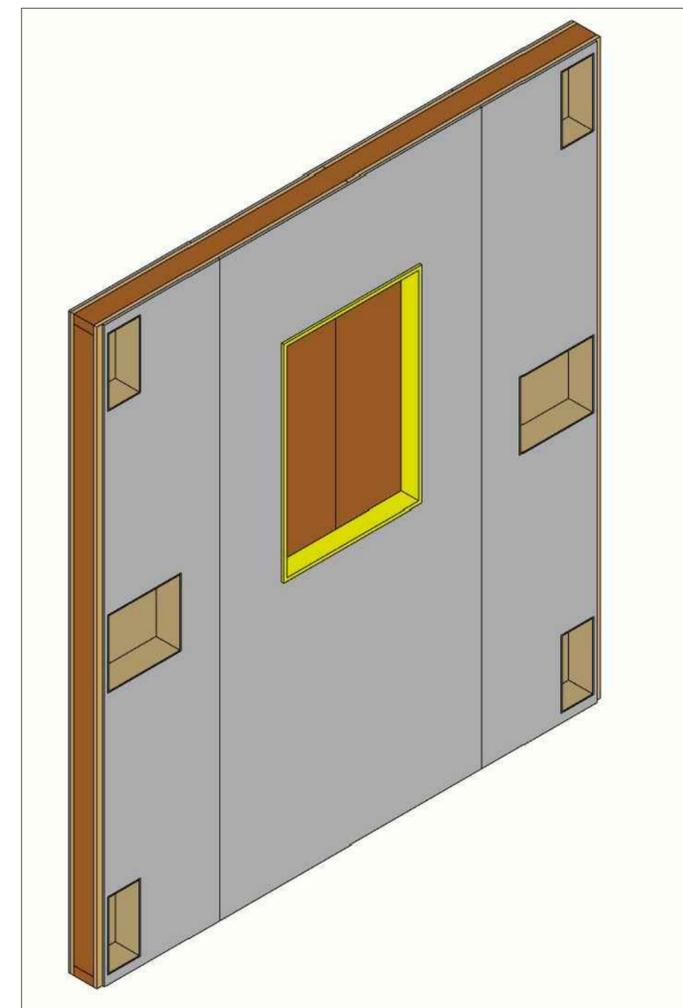
PAINEL 3 - PLANTA QUADRO ESTRUTURAL
escala 1/10



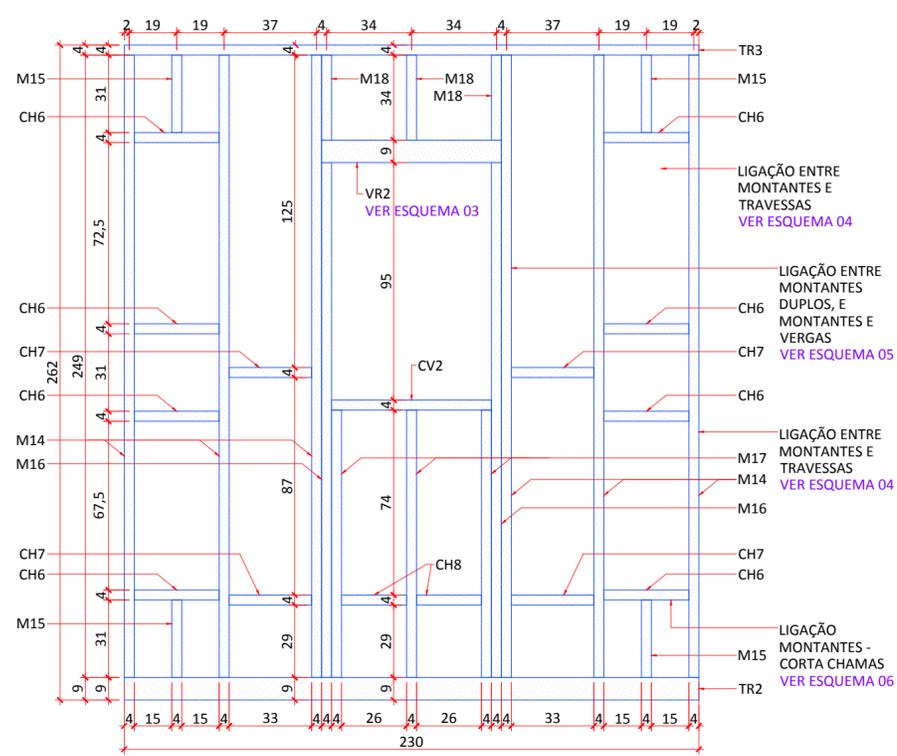
PAINEL 3 - PLANTA OSB
escala 1/10



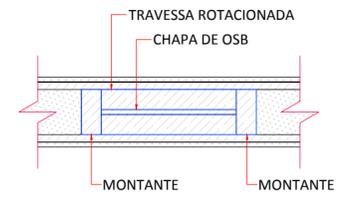
PAINEL 3 - PLANTA PLACA CIMENTÍCIA
escala 1/10



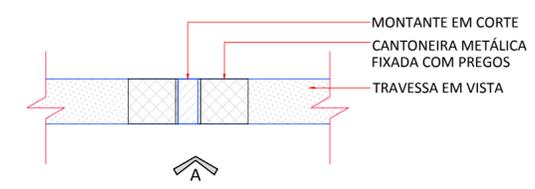
PAINEL 3 - ISOMÉTRICA
escala sem escala



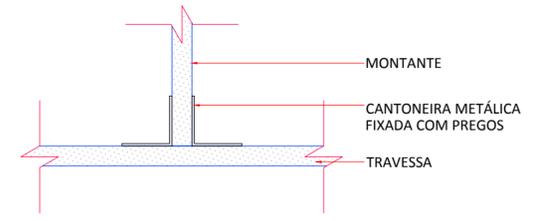
PAINEL 3 - QUADRO ESTRUTURAL
escala 1/20



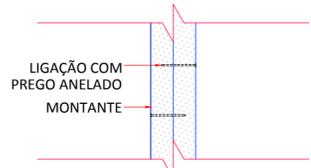
ESQUEMA 03
escala 1/10



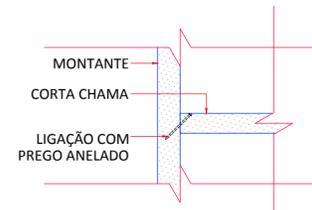
ESQUEMA 04 - PLANTA
escala 1/10



ESQUEMA 04 - VISTA A
escala 1/10



ESQUEMA 05
escala 1/10

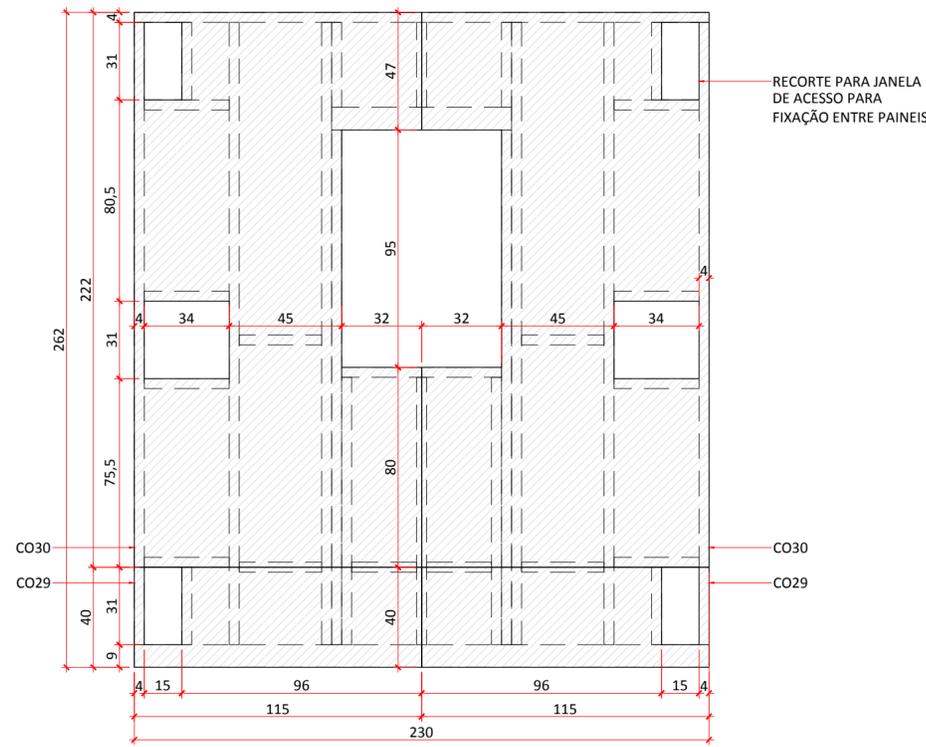


ESQUEMA 06
escala 1/10

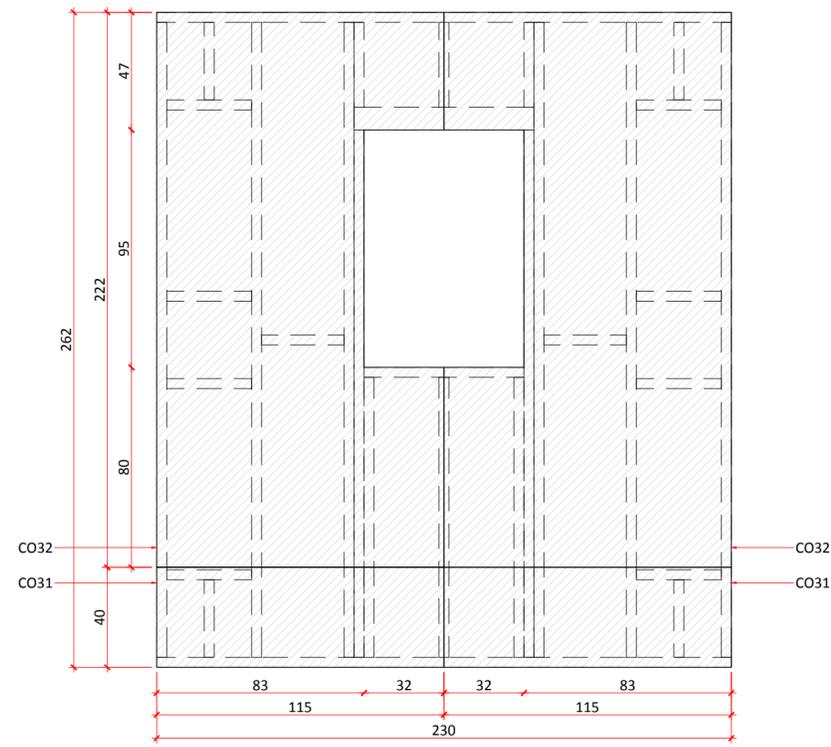
LEGENDA

- MONTANTE EM VISTA
- MONTANTE EM CORTE
- OSB
- PLACA CIMENTÍCIA
- COMPENSADO NAVAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA		
CENTRO TECNOLÓGICO		
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2019.2		
ELABORAÇÃO DE DETALHES PARA PAINÉIS MODULARES DE UM POSTO GUARDA VIDAS DESMONTÁVEL PROJETADO EM LIGHT WOOD FRAME		
ALUNO: LUCAS FRANCO MAIA	MATRICULA: 13103481	FOLHA
ORIENTADORA: PROF. DRA. ÂNGELA DO VALLE	DATA: 12/12/2019	09/19
PAINEL P3	ESCALA INDICADA	

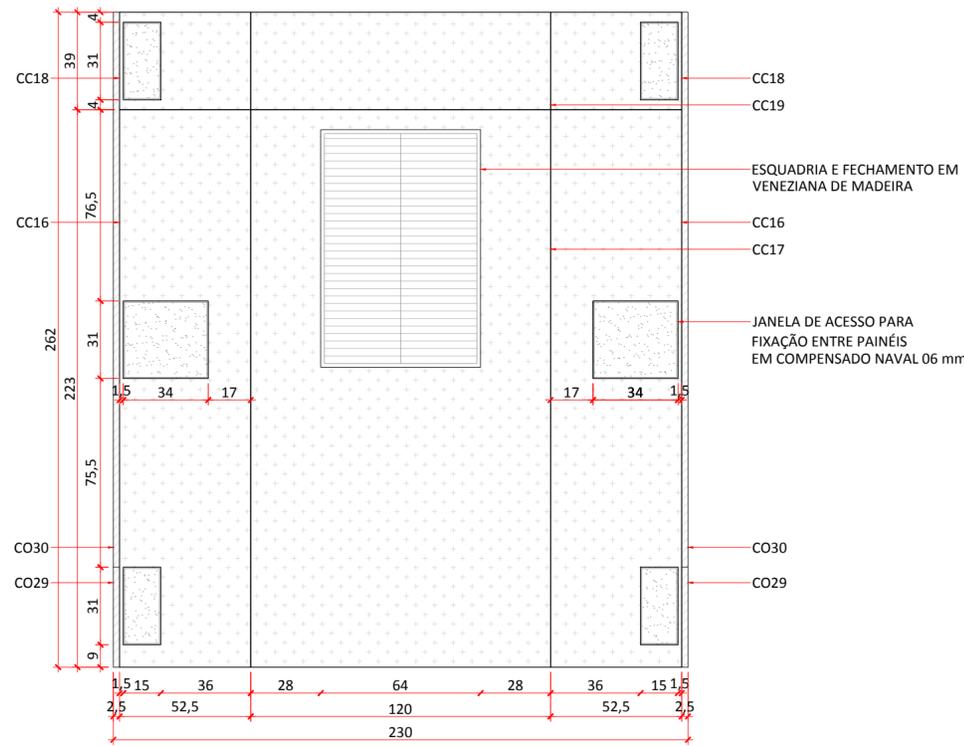


PAINEL 3 - CAMADA OSB FACE INTERNA
escala 1/20

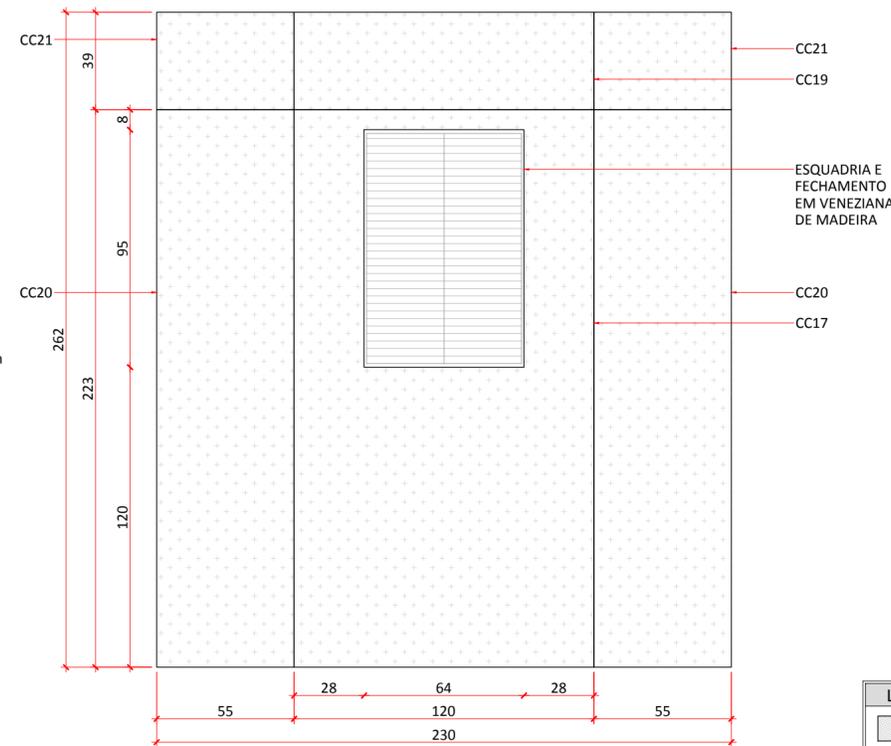


PAINEL 3 - CAMADA OSB FACE EXTERNA
escala 1/20

PAINEL 3			
MONTANTES 4x9 cm			
Comprimento [cm]	Quant. [unit]	Código	
249	6	P3	M14
31	4	P3	M15
206	2	P3	M16
107	3	P3	M17
34	3	P3	M18
34	8	P3	CH6
33	4	P3	CH7
26	2	P3	CH8
72	2	P3	VR2
64	1	P3	CV2
TRAVESSA 4x9 cm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
230		1	P3 TR3
TRAVESSA 9x9 cm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
230		1	P3 TR2
CHAPA DE OSB 15 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
115	40	2	P3 CO29
115	222	2	P3 CO30
115	40	2	P3 CO31
115	222	2	P3 CO32
CHAPA DE OSB 10 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
72	9	1	P3 CO33
PLACA CIMENTÍCIA 10 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
52,5	223	2	P3 CC16
120	223	2	P3 CC17
52,5	39	2	P3 CC18
120	39	2	P3 CC19
55	223	2	P3 CC20
55	39	2	P3 CC21



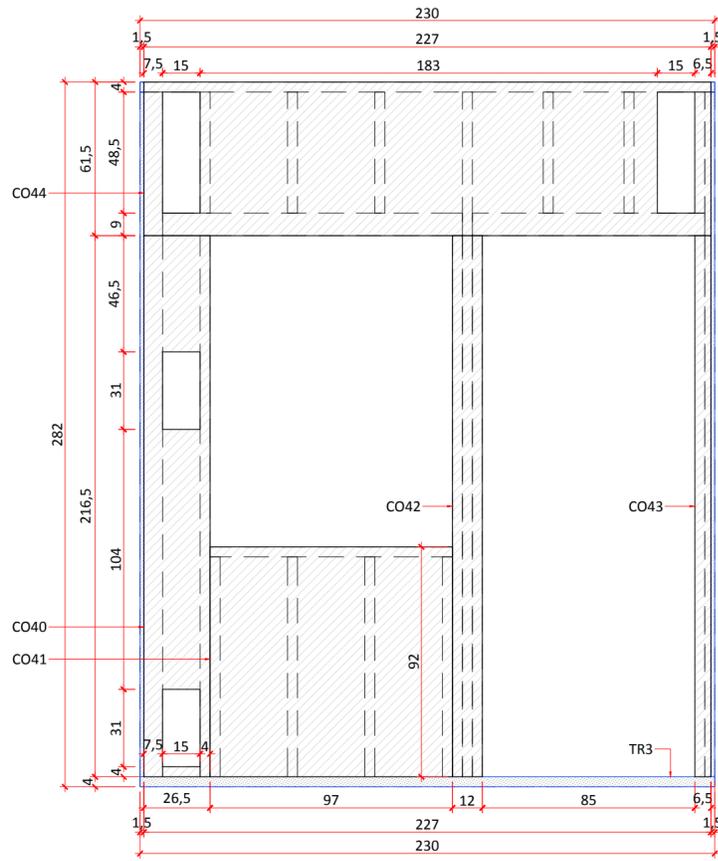
PAINEL 3 - CAMADA PLACA CIMENTÍCIA FACE INTERNA
escala 1/20



PAINEL 3 - CAMADA PLACA CIMENTÍCIA FACE EXTERNA
escala 1/20

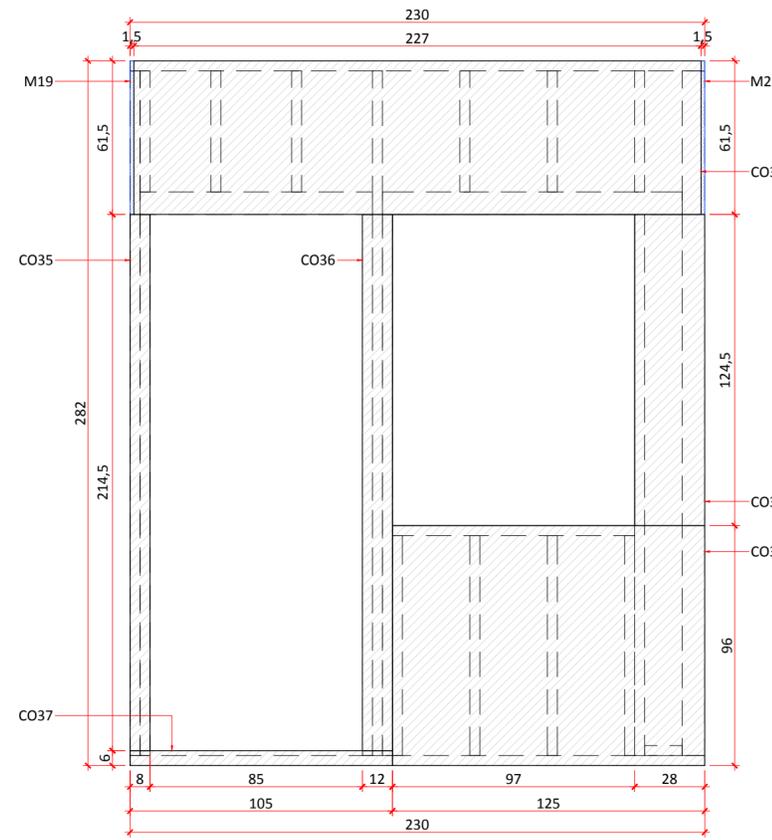
LEGENDA	
	MONTANTE EM VISTA
	MONTANTE EM CORTE
	OSB
	PLACA CIMENTÍCIA
	COMPENSADO NAVAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA		
CENTRO TECNOLÓGICO		
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2019.2		
ELABORAÇÃO DE DETALHES PARA PAINÉIS MODULARES DE UM POSTO GUARDA VIDAS DESMONTÁVEL PROJETADO EM LIGHT WOOD FRAME		
ALUNO: LUCAS FRANCO MAIA	MATRICULA: 13103481	FOLHA
ORIENTADORA: PROF. DRA. ÂNGELA DO VALLE	DATA: 12/12/2019	10/19
PAINEL P3	ESCALA INDICADA	



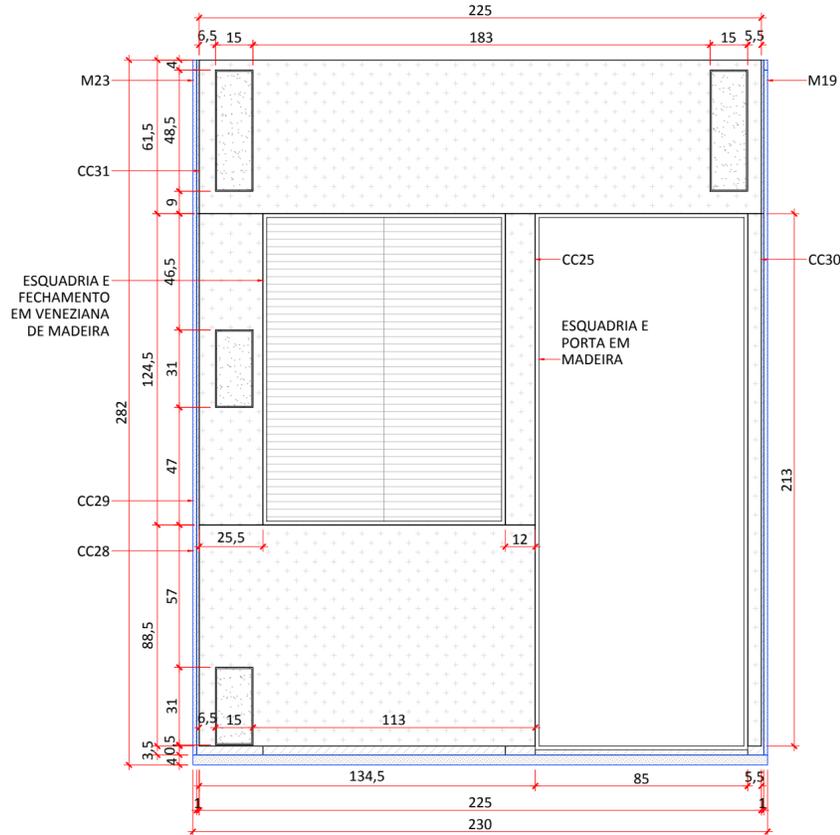
PAINEL 4 - CAMADA OSB FACE INTERNA

escala 1/20



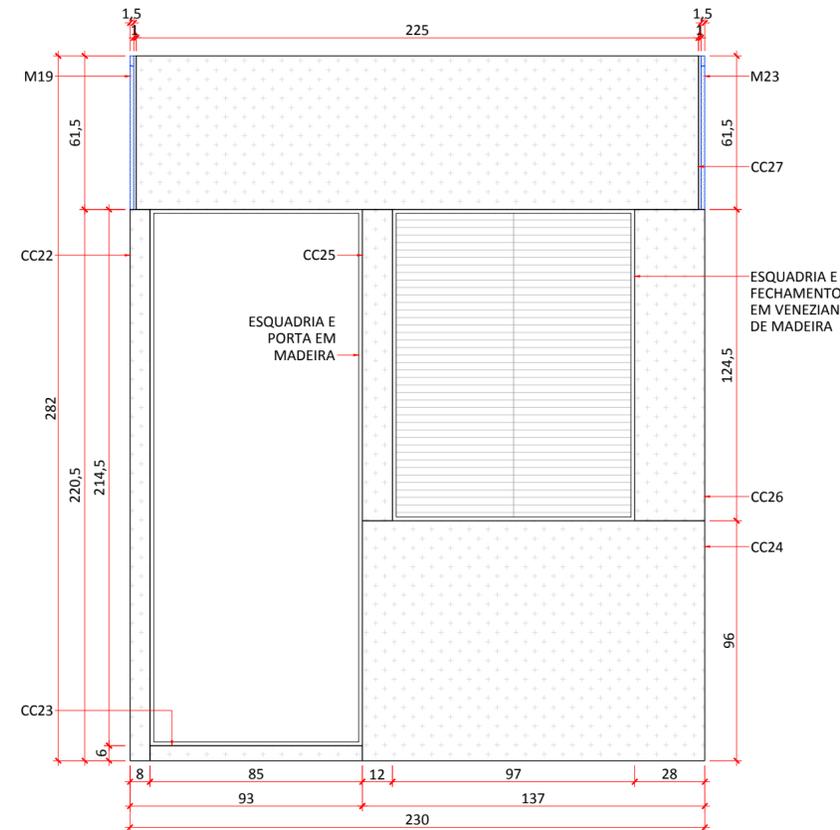
PAINEL 4 - CAMADA OSB FACE EXTERNA

escala 1/20



PAINEL 4 - CAMADA PLACA CIMENTÍCIA FACE INTERNA

escala 1/20



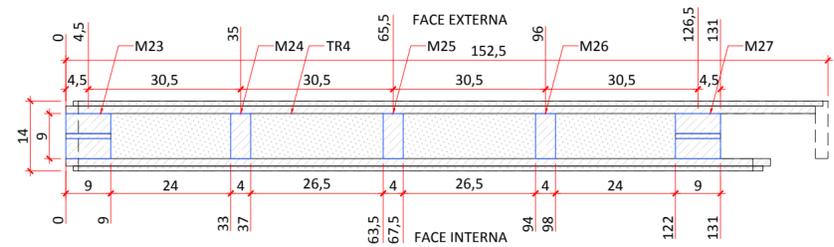
PAINEL 4 - CAMADA PLACA CIMENTÍCIA FACE EXTERNA

escala 1/20

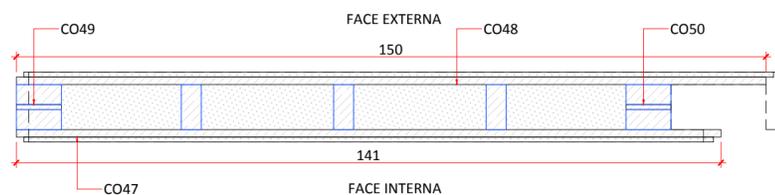
PAINEL 4				
MONTANTES 4x9 cm				
Comprimento [cm]	Quant. [unit]	Código		
274	2	P4	M19	
216,5	4	P4	M20	
48,5	6	P4	M21	
88	4	P4	M22	
15	1	P4	CH9	
93	2	P4	VR3	
120	2	P4	VR4	
97	1	P4	CV3	
TRAVESSA 4x9 cm				
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código	
230	2	P4	TR3	
MONTANTES 9x9 cm				
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código	
274	1	P4	M23	
CHAPA DE OSB 15 mm				
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código	
227	61,5	1	P4	CO34
8	214,5	1	P4	CO35
12	214,5	1	P4	CO36
105	6	1	P4	CO37
125	96	1	P4	CO38
28	124,5	1	P4	CO39
26,5	216,5	1	P4	CO40
97	92	1	P4	CO41
12	216,5	1	P4	CO42
6,5	216,5	1	P4	CO43
227	48,5	1	P4	CO44
CHAPA DE OSB 10 mm				
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código	
93	9	1	P4	CO45
120	9	1	P4	CO46
PLACA CIMENTÍCIA 10 mm				
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código	
8	220,5	1	P4	CC22
85	6	1	P4	CC23
137	96	1	P4	CC24
12	124,5	2	P4	CC25
28	124,5	1	P4	CC26
225	61,5	1	P4	CC27
134,5	88,5	1	P4	CC28
25,5	124,5	1	P4	CC29
5,5	213	1	P4	CC30
225	61,5	1	P4	CC31

LEGENDA	
	MONTANTE EM VISTA
	MONTANTE EM CORTE
	OSB
	PLACA CIMENTÍCIA
	COMPENSADO NAVAL

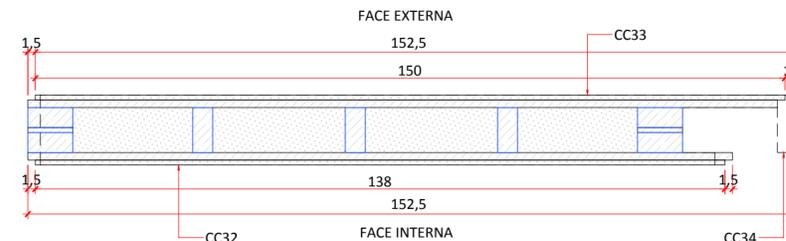
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA			
CENTRO TECNOLÓGICO			
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2019.2			
ELABORAÇÃO DE DETALHES PARA PAINÉIS MODULARES DE UM POSTO GUARDA VIDAS DESMONTÁVEL PROJETADO EM LIGHT WOOD FRAME			
ALUNO: LUCAS FRANCO MAIA	MATRICULA: 13103481	FOLHA	
ORIENTADORA: PROF. DRA. ÂNGELA DO VALLE	DATA: 12/12/2019	12/	
PAINEL P4	ESCALA INDICADA	19	



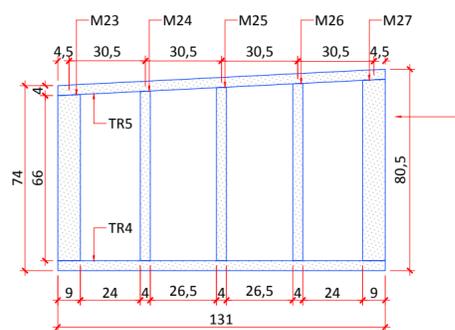
PAINEL 5A - PLANTA QUADRO ESTRUTURAL
escala 1/10



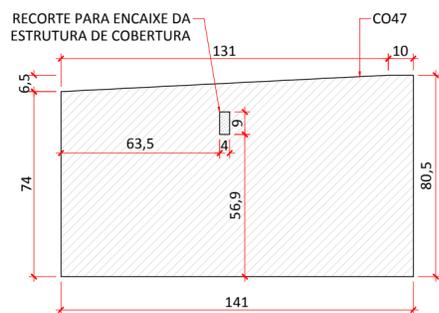
PAINEL 5A - PLANTA OSB
escala 1/10



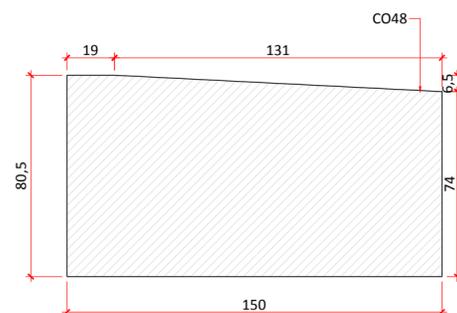
PAINEL 5A - PLANTA PLACA CIMENTÍCIA
escala 1/10



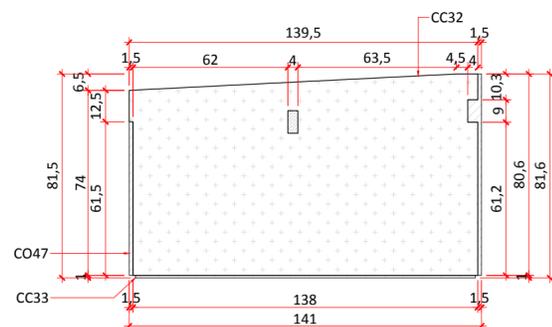
PAINEL 5A - QUADRO ESTRUTURAL
escala 1/20



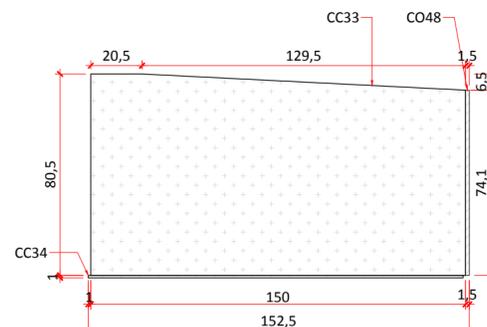
PAINEL 5A - CAMADA OSB FACE INTERNA
escala 1/20



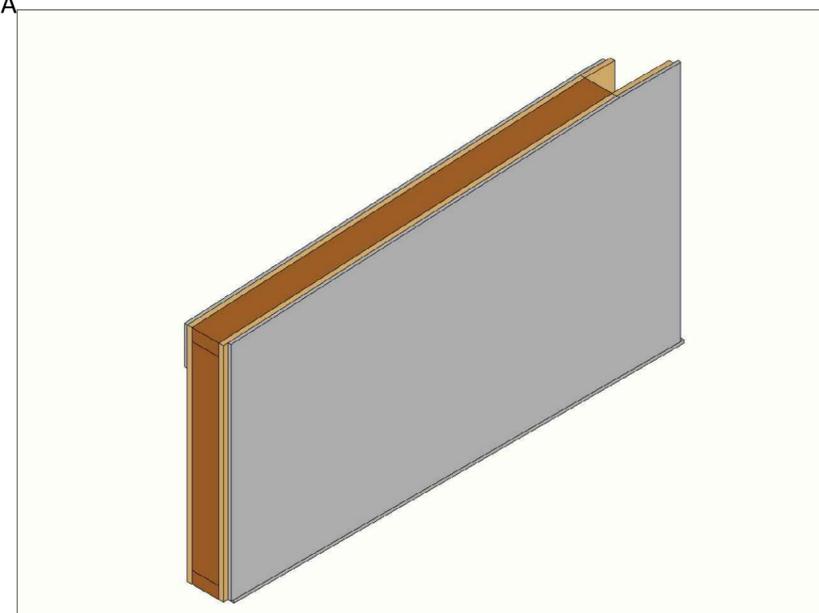
PAINEL 5A - CAMADA OSB FACE EXTERNA
escala 1/20



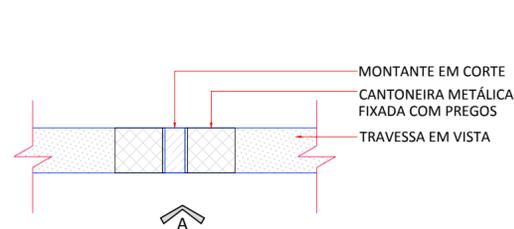
PAINEL 5A - CAMADA PLACA CIMENTÍCIA FACE INTERNA
escala 1/20



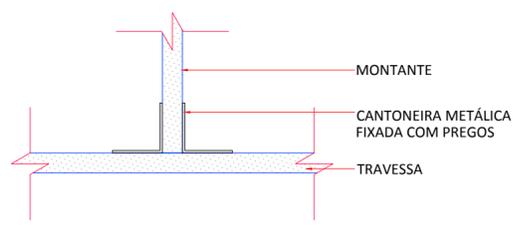
PAINEL 5A - CAMADA PLACA CIMENTÍCIA FACE EXTERNA
escala 1/20



PAINEL 5A - ISOMÉTRICA
escala sem escala



ESQUEMA 02 - PLANTA
escala 1/10

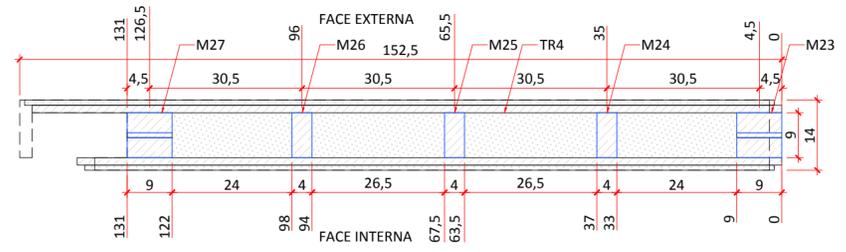


ESQUEMA 02 - VISTA A
escala 1/10

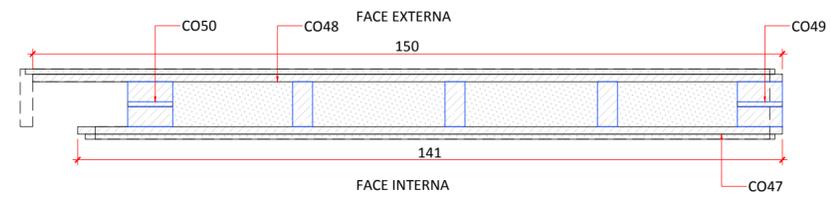
PAINEL 5A				
MONTANTES 4x9 cm				
Comprimento [cm]	Quant. [unit]	Código		
66,5	2	PSA	M23	
67,9	1	PSA	M24	
69,4	1	PSA	M25	
70,9	1	PSA	M26	
72,5	2	PSA	M27	
TRAVESSA 4x9 cm				
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código	
131		1	PSA	TR4
131,2		1	PSA	TR5
CHAPA DE OSB 15 mm				
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código	
141	80,5	1	PSA	CO47
150	80,5	1	PSA	CO48
CHAPA DE OSB 10 mm				
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código	
9	66,5	1	PSA	CO49
9	72,5	1	PSA	CO50
PLACA CIMENTÍCIA 10 mm				
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código	
139,5	80,5	1	PSA	CC32
150	80,5	1	PSA	CC33
150	14	1	PSA	CC34

LEGENDA	
	MONTANTE EM VISTA
	MONTANTE EM CORTE
	OSB
	PLACA CIMENTÍCIA
	COMPENSADO NAVAL

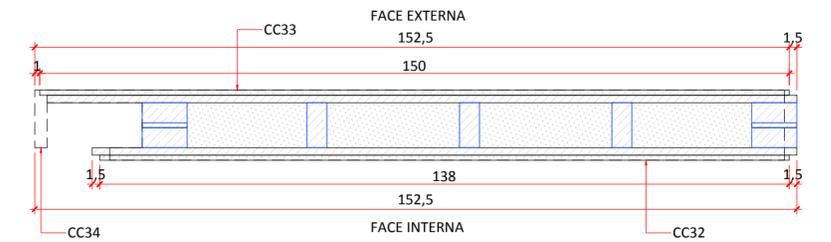
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA			
CENTRO TECNOLÓGICO			
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2019.2 ELABORAÇÃO DE DETALHES PARA PAINÉIS MODULARES DE UM POSTO GUARDA VIDAS DESMONTÁVEL PROJETADO EM LIGHT WOOD FRAME
ALUNO: LUCAS FRANCO MAIA	MATRICULA: 13103481	FOLHA	
ORIENTADORA: PROF. DRA. ÂNGELA DO VALLE	DATA: 12/12/2019	13/	
PAINEL P5A	ESCALA INDICADA	19	



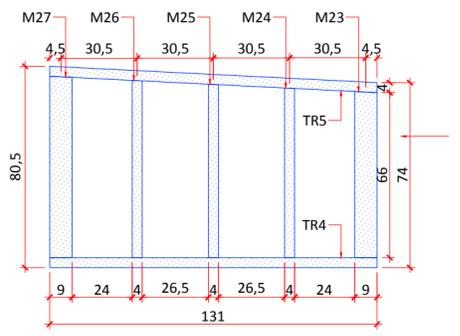
PAINEL 5B - PLANTA QUADRO ESTRUTURAL
escala 1/10



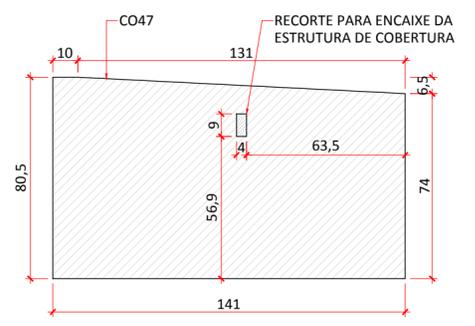
PAINEL 5B - PLANTA OSB
escala 1/10



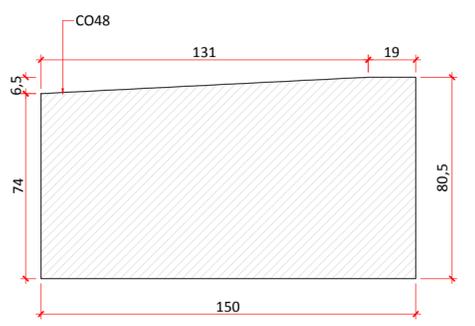
PAINEL 5B - PLANTA PLACA CIMENTÍCIA
escala 1/10



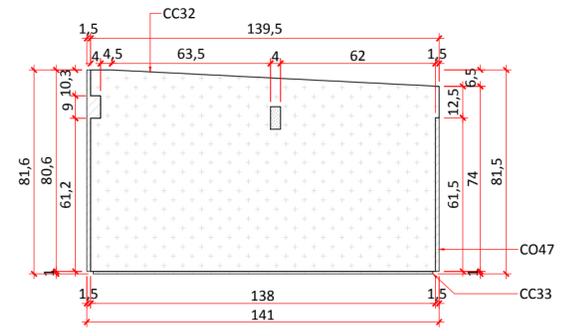
PAINEL 5B - QUADRO ESTRUTURAL
escala 1/20



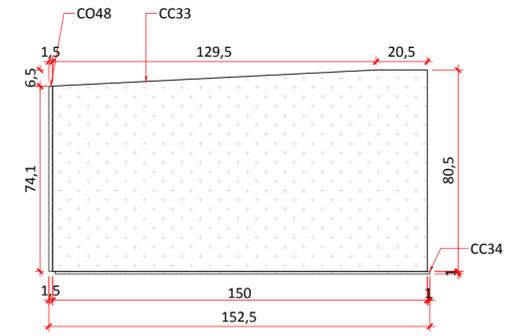
PAINEL 5B - CAMADA OSB FACE INTERNA
escala 1/20



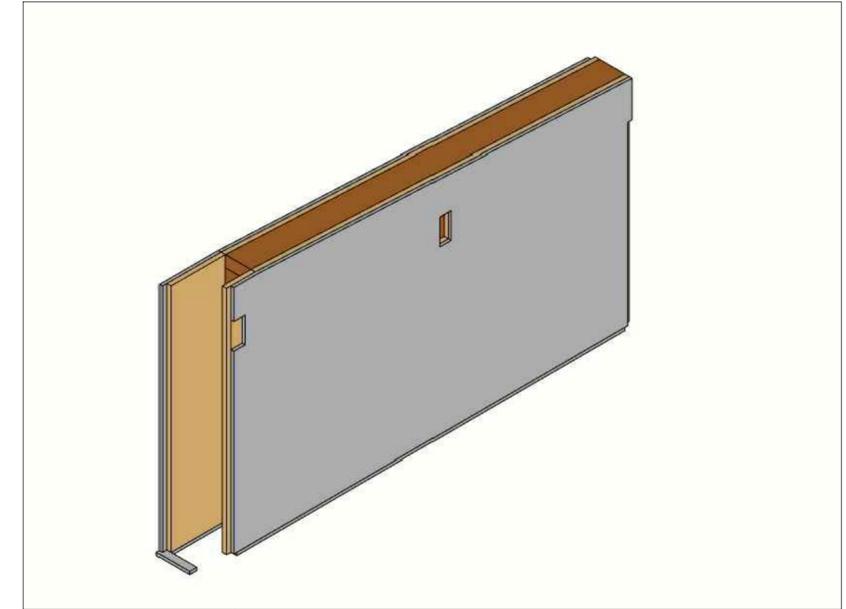
PAINEL 5B - CAMADA OSB FACE EXTERNA
escala 1/20



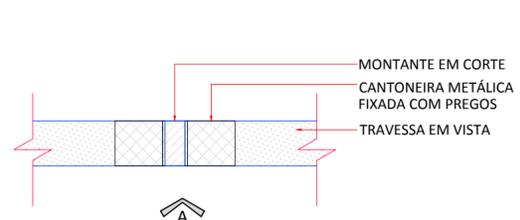
PAINEL 5B - CAMADA PLACA CIMENTÍCIA FACE INTERNA
escala 1/20



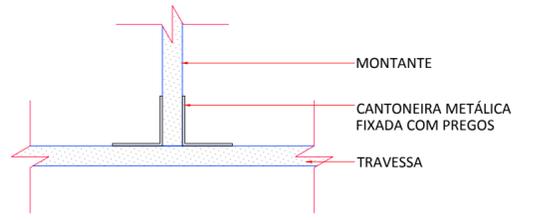
PAINEL 5B - CAMADA PLACA CIMENTÍCIA FACE EXTERNA
escala 1/20



PAINEL 5B - ISOMÉTRICA
escala sem escala



ESQUEMA 02 - PLANTA
escala 1/10

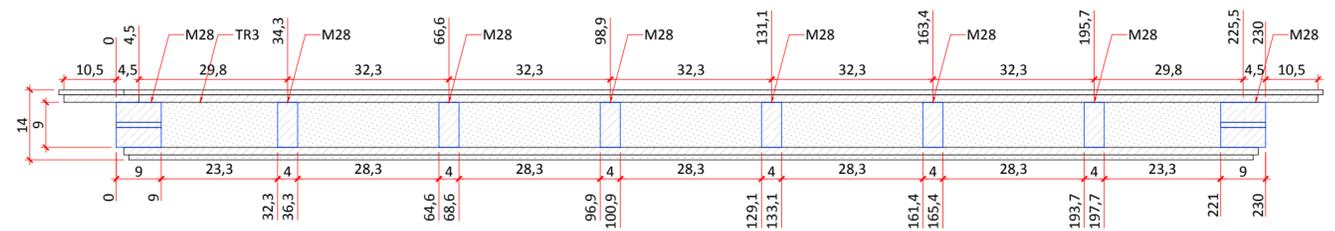


ESQUEMA 02 - VISTA A
escala 1/10

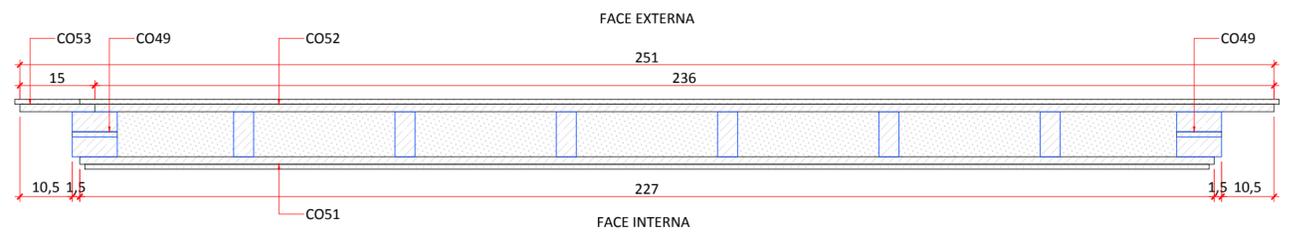
PAINEL 5B				
MONTANTES 4x9 cm				
Comprimento [cm]	Quant. [unit]	Código		
66,5	2	P5B	M23	
67,9	1	P5B	M24	
69,4	1	P5B	M25	
70,9	1	P5B	M26	
72,5	2	P5B	M27	
TRAVESSA 4x9 cm				
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código	
131		1	P5B	TR4
131,2		1	P5B	TR5
CHAPA DE OSB 15 mm				
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código	
141	80,5	1	P5B	CO47
150	80,5	1	P5B	CO48
CHAPA DE OSB 10 mm				
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código	
9	66,5	1	P5B	CO49
9	72,5	1	P5B	CO50
PLACA CIMENTÍCIA 10 mm				
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código	
139,5	80,5	1	P5B	CC32
150	80,5	1	P5B	CC33
150	14	1	P5B	CC34

LEGENDA	
	MONTANTE EM VISTA
	MONTANTE EM CORTE
	OSB
	PLACA CIMENTÍCIA
	COMPENSADO NAVAL

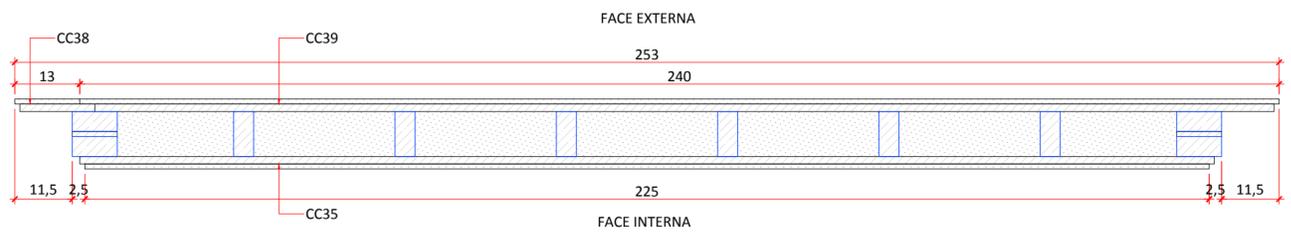
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA			
CENTRO TECNOLÓGICO			
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2019.2			
ELABORAÇÃO DE DETALHES PARA PAINÉIS MODULARES DE UM POSTO GUARDA VIDAS DESMONTÁVEL PROJETADO EM LIGHT WOOD FRAME			
ALUNO: LUCAS FRANCO MAIA	MATRICULA: 13103481	FOLHA	
ORIENTADORA: PROF. DRA. ÂNGELA DO VALLE	DATA: 12/12/2019	14/19	
PAINEL P5B	ESCALA INDICADA		



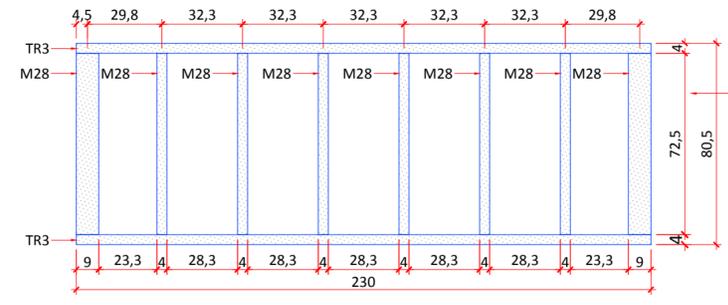
PAINEL 6 - PLANTA QUADRO ESTRUTURAL
escala 1/10



PAINEL 6 - PLANTA OSB
escala 1/10



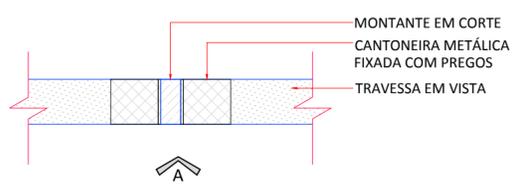
PAINEL 6 - PLANTA PLACA CIMENTÍCIA
escala 1/10



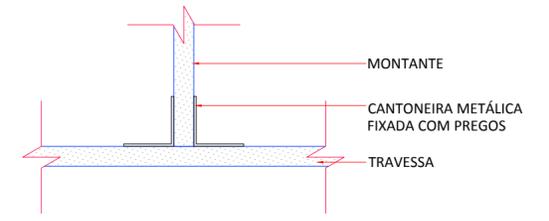
PAINEL 6 - QUADRO ESTRUTURAL
escala 1/20

PAINEL 6			
MONTANTES 4x9 cm			
Comprimento [cm]	Quant. [unit]	Código	
72,56	10	P6	M28
TRAVESSA 4x9 cm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
230	2	P6	TR3
CHAPA DE OSB 15 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
227	80,5	1	P6 CO51
236	80,5	1	P6 CO52
15	80,5	1	P6 CO53
CHAPA DE OSB 10 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
9	72,5	2	P6 CO49
PLACA CIMENTÍCIA 10 mm			
Comp. X [cm]	Comp. Y [cm]	Quant. [unit]	Código
225	61,2	1	P6 CC35
225	10,3	1	P6 CC36
230	14	1	P6 CC37
13	80,5	1	P6 CC38
240	80,5	1	P6 CC39

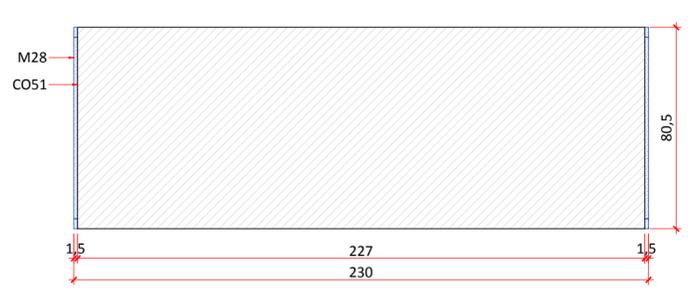
LIGAÇÃO ENTRE MONTANTES E TRAVESSAS
VER ESQUEMA 04



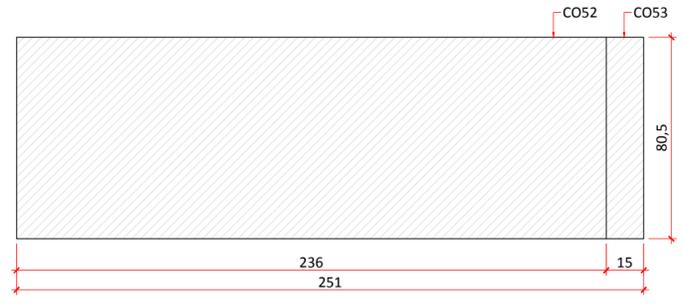
ESQUEMA 02 - PLANTA
escala 1/10



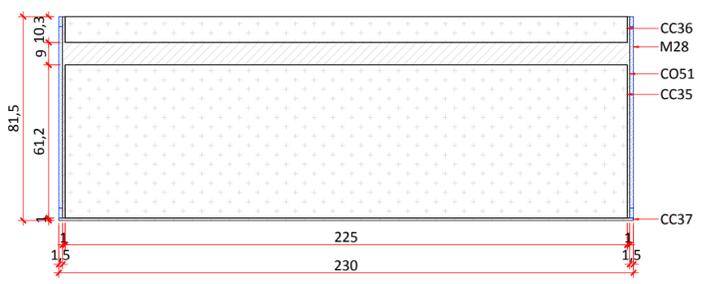
ESQUEMA 02 - VISTA A
escala 1/10



PAINEL 6 - CAMADA OSB FACE INTERNA
escala 1/20



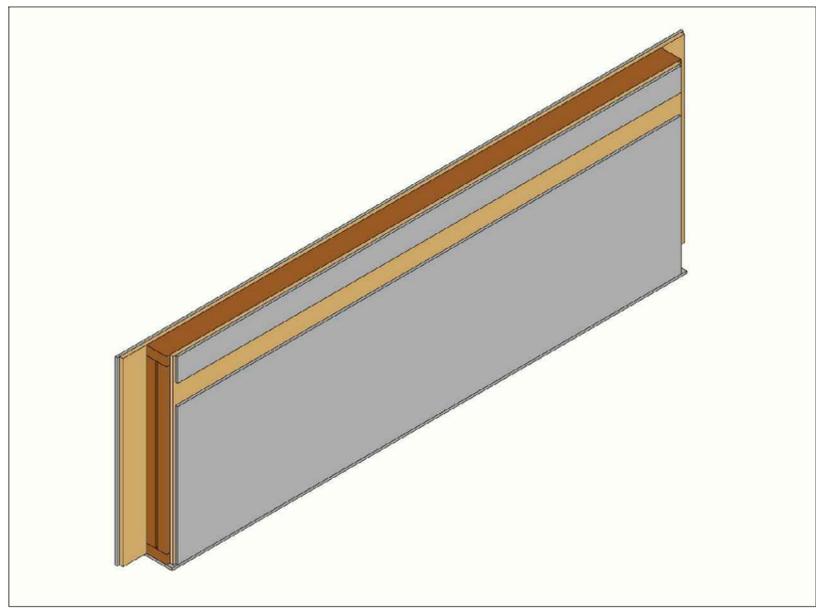
PAINEL 6 - CAMADA OSB FACE INTERNA
escala 1/20



PAINEL 6 - CAMADA PLACA CIMENTÍCIA FACE INTERNA
escala 1/20



PAINEL 6 - CAMADA OSB FACE INTERNA
escala 1/20



PAINEL 6 - ISOMÉTRICA
escala sem escala

LEGENDA	
[Symbol]	MONTANTE EM VISTA
[Symbol]	MONTANTE EM CORTE
[Symbol]	OSB
[Symbol]	PLACA CIMENTÍCIA
[Symbol]	COMPENSADO NAVAL

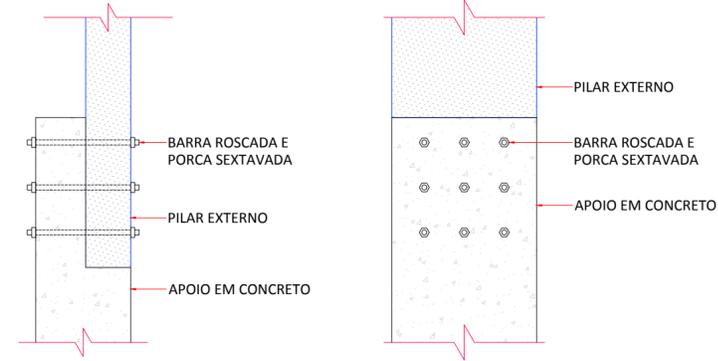
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA			
CENTRO TECNOLÓGICO			
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2019.2			
ELABORAÇÃO DE DETALHES PARA PAINÉIS MODULARES DE UM POSTO GUARDA VIDAS DESMONTÁVEL PROJETADO EM LIGHT WOOD FRAME			
ALUNO: LUCAS FRANCO MAIA	MATRICULA: 13103481	FOLHA	
ORIENTADORA: PROF. DRA. ÂNGELA DO VALLE	DATA: 12/12/2019	15/	
PAINEL P6	ESCALA INDICADA	19	

SEQUÊNCIA DE MONTAGEM

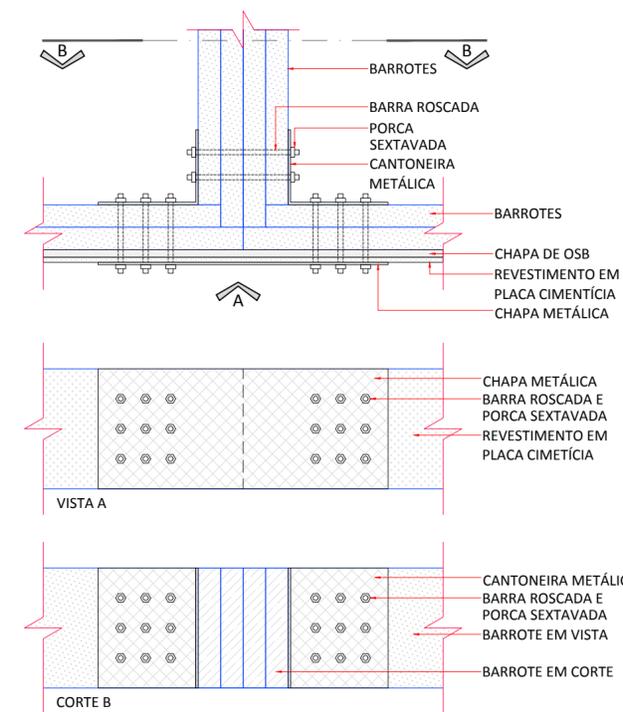
*ESQUEMAS ESCALA 1:10

1º - EXECUÇÃO DA FUNDAÇÃO CONFORME PROJETO ESPECÍFICO

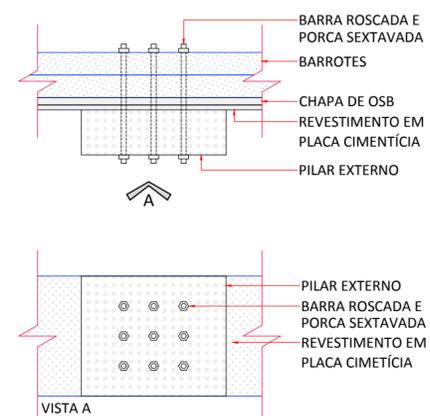
2º - FIXAÇÃO DOS PILARES EXTERNOS NAS ESPERAS DE CONCRETO



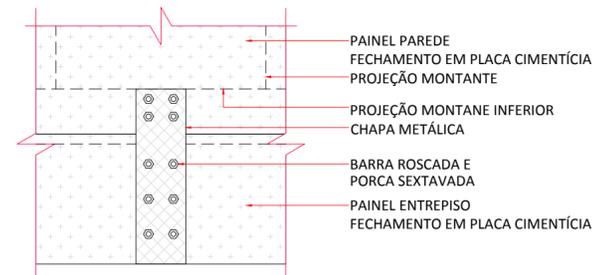
3º - UNIÃO DOS PAINÉIS DE ENTREPISO (P1A E P1B)



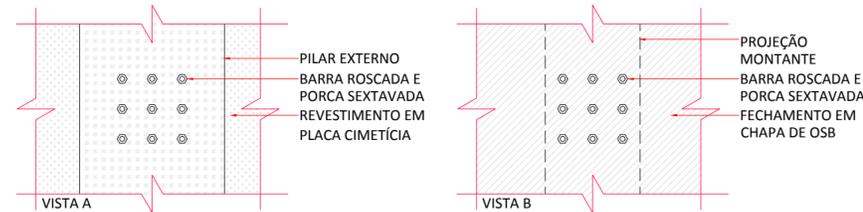
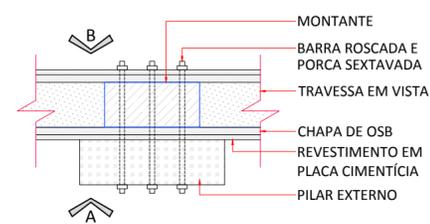
4º - FIXAÇÃO DOS PAINÉIS DE ENTREPISO (P1A E P1B) NOS PILARES EXTERNOS



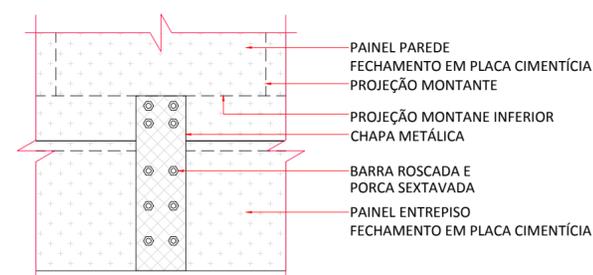
5º - FIXAÇÃO DOS PAINÉIS PAREDE (P2A E P2B) NOS PAINÉIS DE ENTREPISO (P1A E P1B)



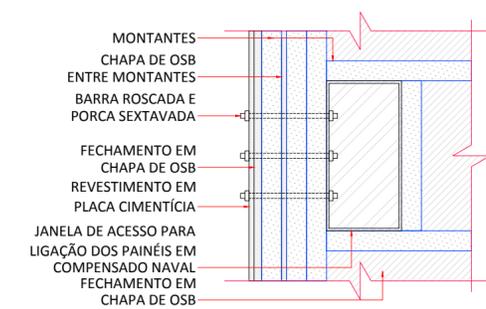
6º - FIXAÇÃO DOS PAINÉIS PAREDE (P2A E P2B) NOS PILARES EXTERNOS



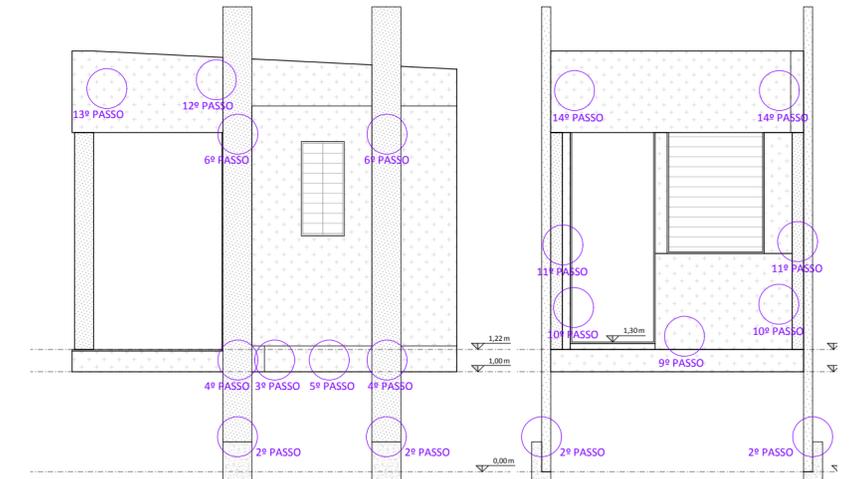
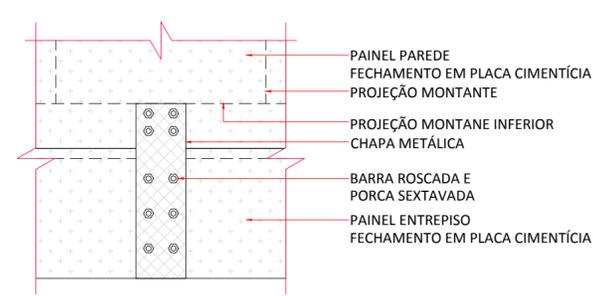
7º - FIXAÇÃO DO PAINEL PAREDE (P3) NO PAINEL DE ENTREPISO (P1A)



8º - FIXAÇÃO DO PAINEL PAREDE (P3) NOS PAINÉIS PAREDE (P2A E P2B)

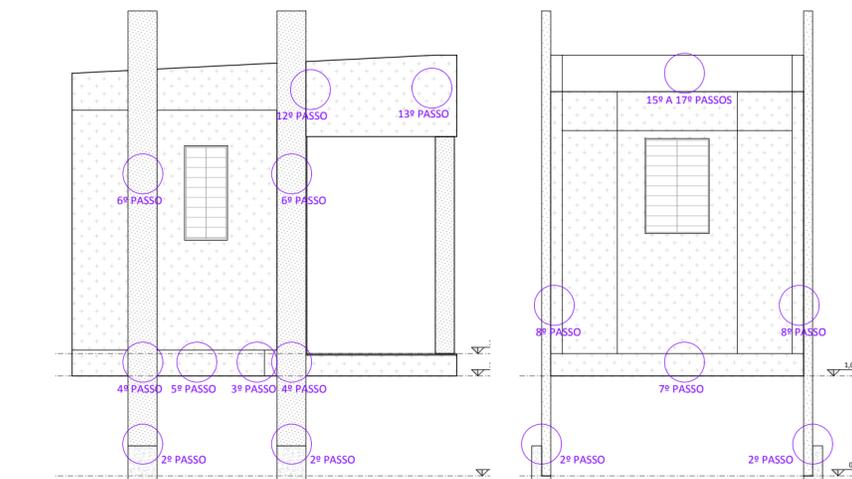


9º - FIXAÇÃO DO PAINEL PAREDE (P4) NO PAINEL DE ENTREPISO (P1B)



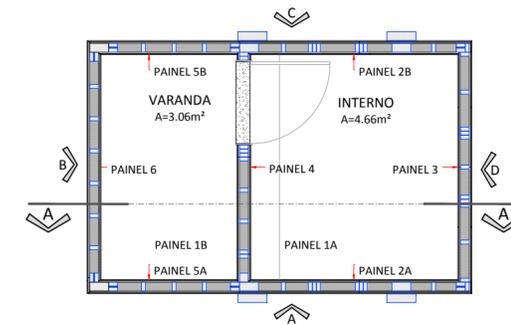
VISTA A escala 1/50

VISTA B escala 1/50



VISTA C escala 1/50

VISTA D escala 1/50

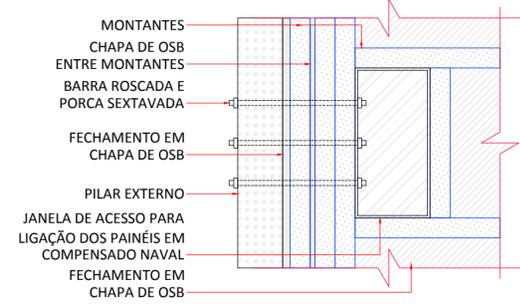


LOCALIZADOR escala 1/50

LEGENDA	
	MONTANTE EM VISTA
	MONTANTE EM CORTE
	OSB
	PLACA CIMENTÍCIA
	COMPENSADO NAVAL

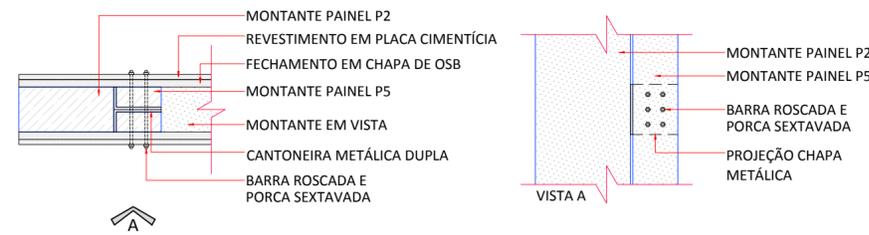
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA			
CENTRO TECNOLÓGICO			
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2019.2			
ELABORAÇÃO DE DETALHES PARA PAINÉIS MODULARES DE UM POSTO GUARDA VIDAS DESMONTÁVEL PROJETADO EM LIGHT WOOD FRAME			
ALUNO: LUCAS FRANCO MAIA	MATRICULA: 13103481	FOLHA	
ORIENTADORA: PROF. DRA. ÂNGELA DO VALLE	DATA: 12/12/2019	16/	
MONTAGEM	ESCALA INDICADA	19	

10º - FIXAÇÃO DO PAINEL PAREDE (P4) NOS PAINÉIS PAREDE (P2A E P2B)



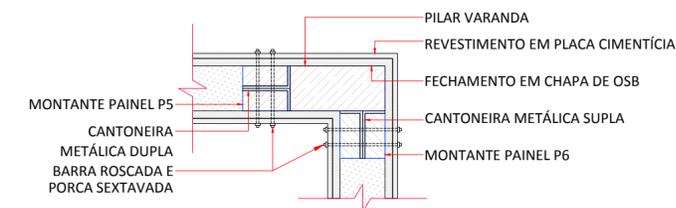
11º - FIXAÇÃO DOS PILARES DA VARANDA

12º - FIXAÇÃO DOS PAINÉIS PAREDE (P5A E P5B) NOS PAINÉIS PAREDE (P2A E P2B)



13º - FIXAÇÃO DOS PAINÉIS PAREDE (P5A E P5B) NOS PILARES DA VARANDA

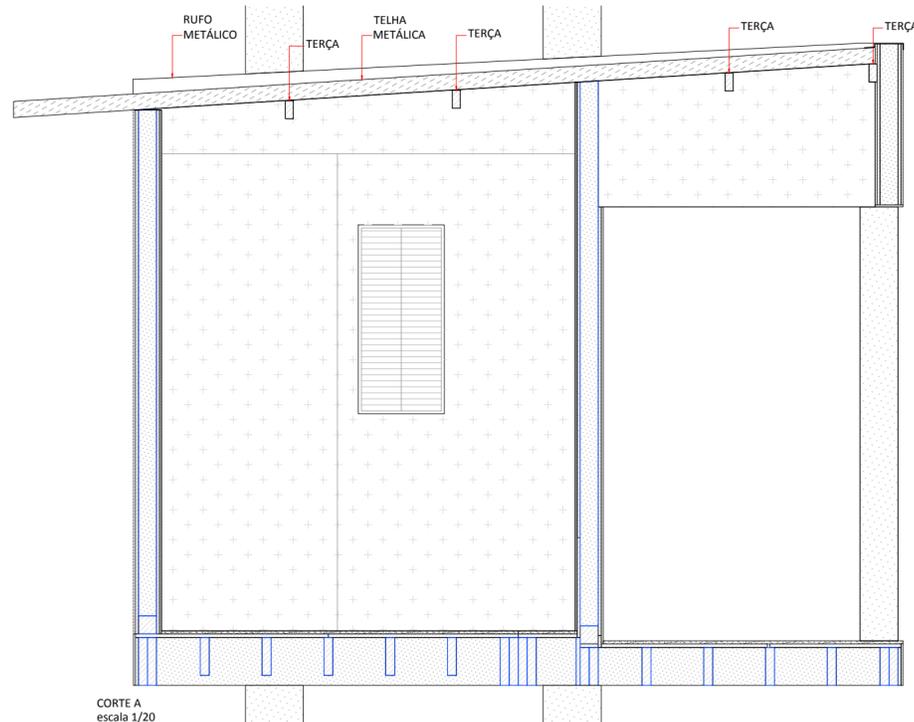
14º - FIXAÇÃO DO PAINEL PAREDE (P6) NOS PILARES DA VARANDA



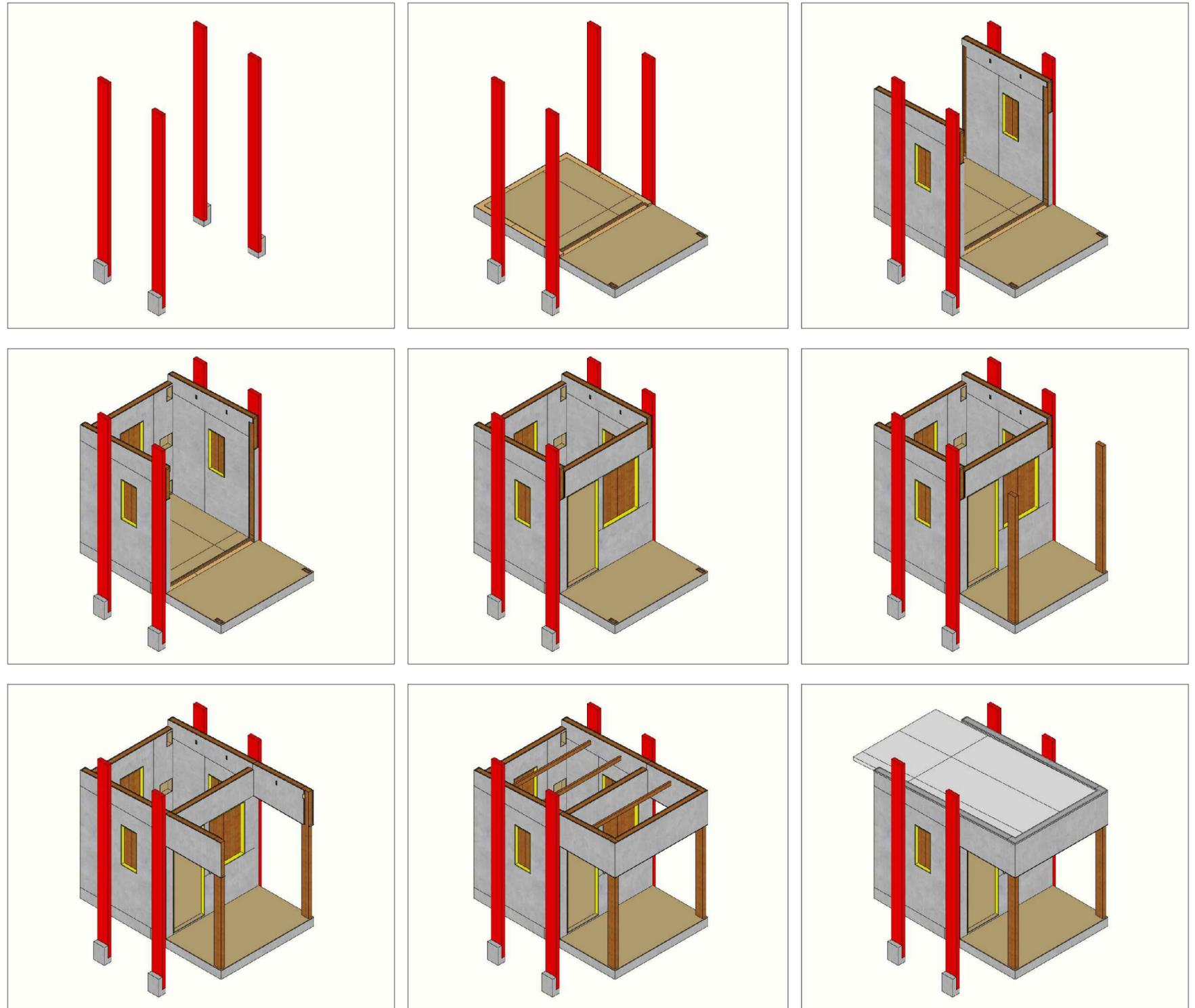
15º - FIXAÇÃO DAS TERÇAS DO TELHADO

16º - FIXAÇÃO DAS TELHAS METÁLICAS

17º - FIXAÇÃO DO RUFO METÁLICO



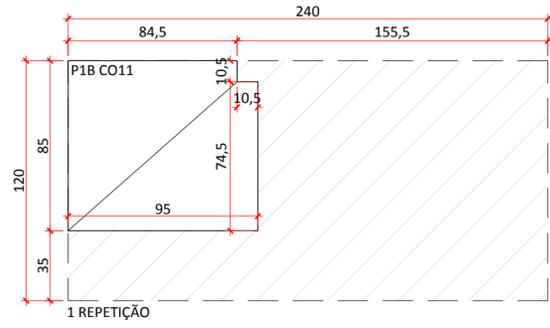
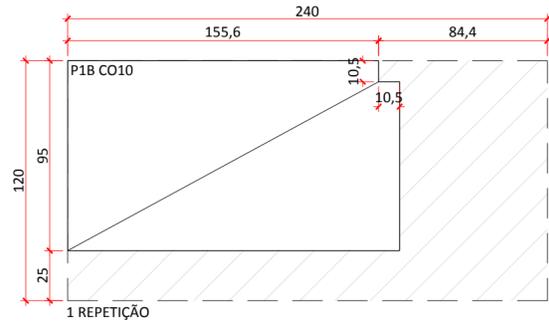
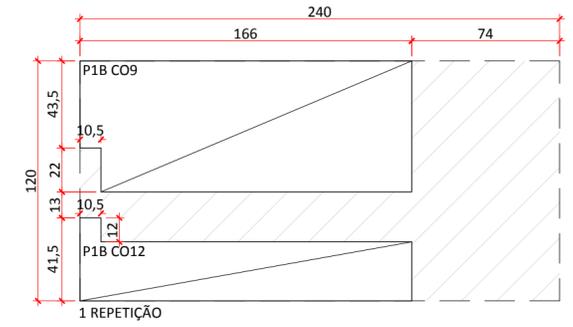
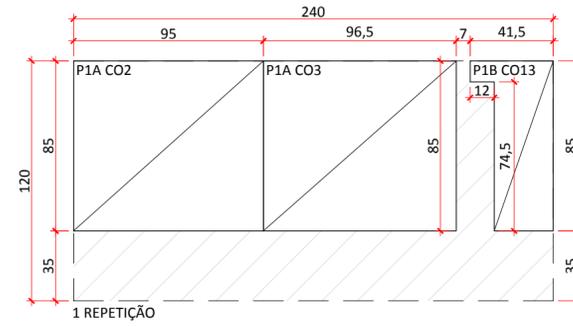
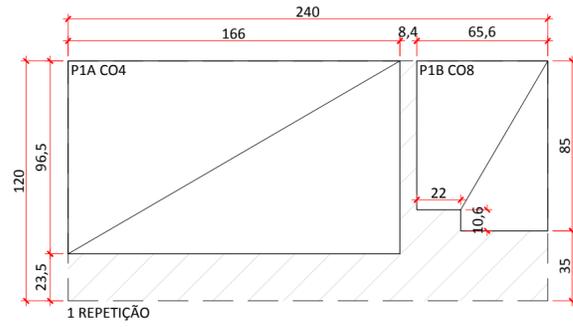
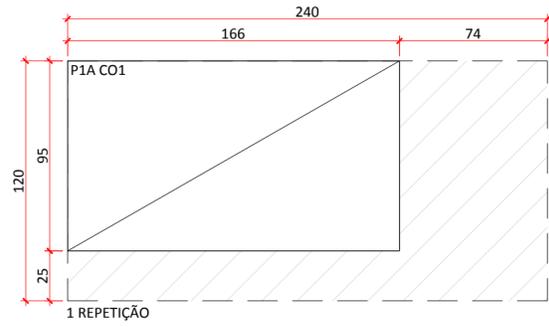
CORTE A escala 1/20



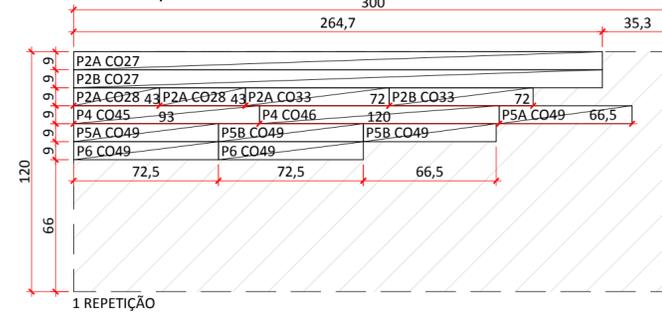
LEGENDA	
	MONTANTE EM VISTA
	MONTANTE EM CORTE
	OSB
	PLACA CIMENTÍCIA
	COMPENSADO NAVAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA			
CENTRO TECNOLÓGICO			
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2019.2			
ELABORAÇÃO DE DETALHES PARA PAINÉIS MODULARES DE UM POSTO GUARDA VIDAS DESMONTÁVEL PROJETADO EM LIGHT WOOD FRAME			
ALUNO: LUCAS FRANCO MAIA	MATRICULA: 13103481	FOLHA	
ORIENTADORA: PROF. DRA. ÂNGELA DO VALLE	DATA: 12/12/2019	17/	
MONTAGEM	ESCALA INDICADA	19	

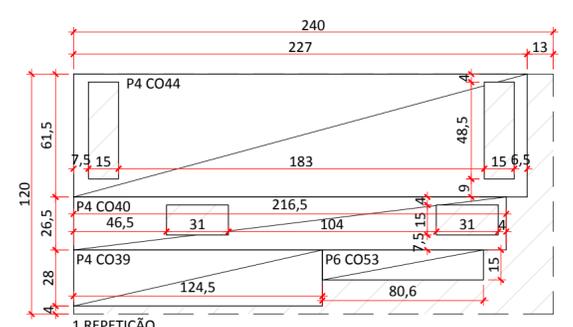
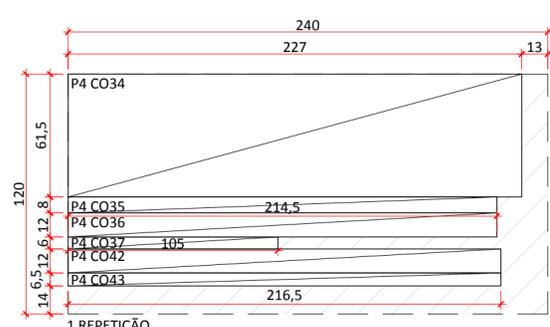
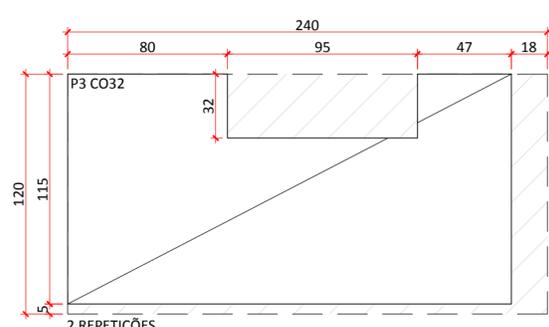
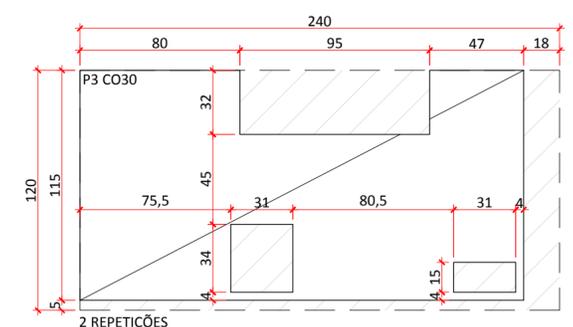
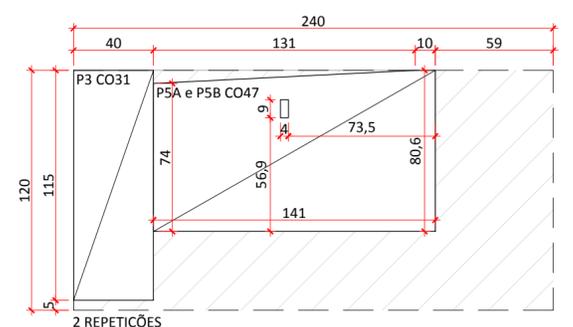
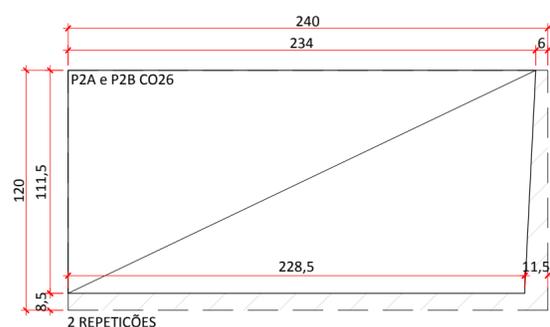
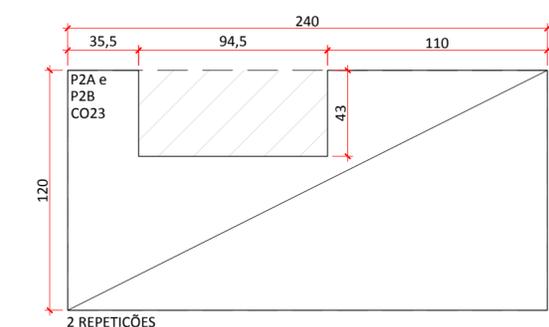
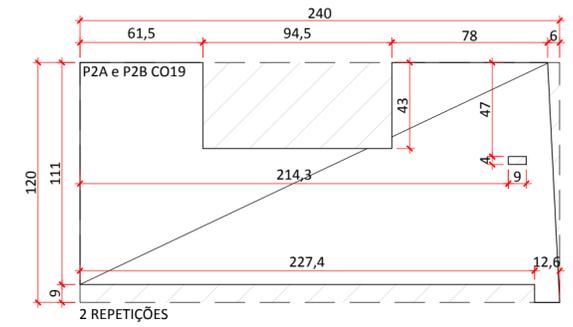
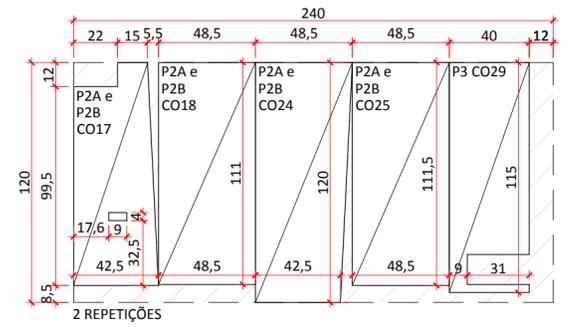
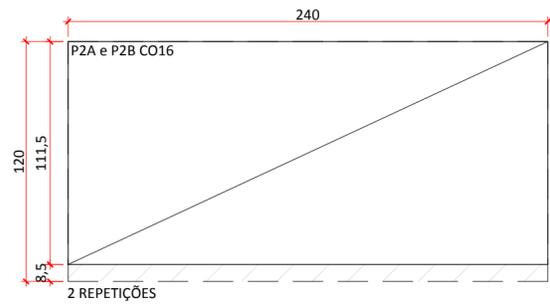
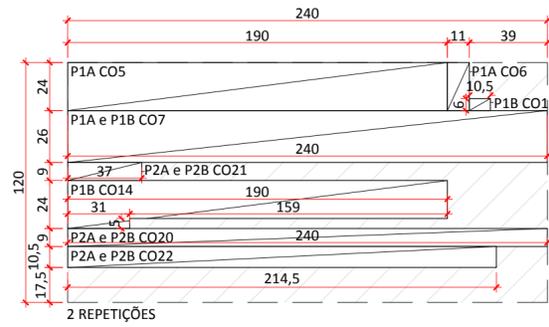
PAGINAÇÃO DE CHAPAS DE OSB 18 mm
*escala 1/25



PAGINAÇÃO DE CHAPA DE OSB 11 mm
*escala 1/25

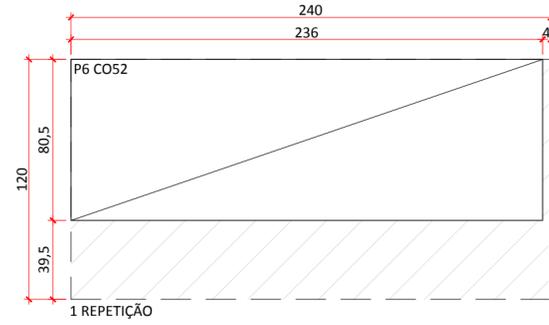
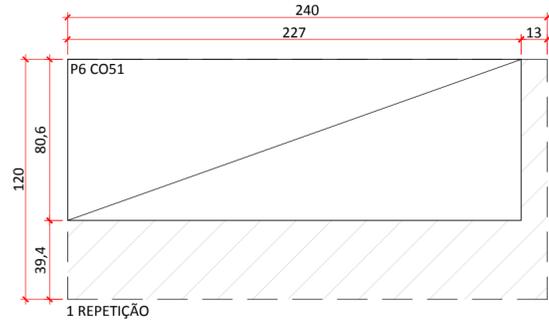
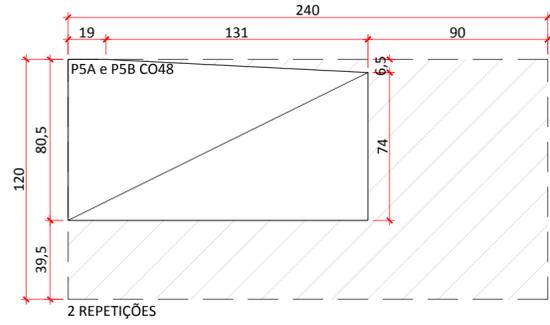
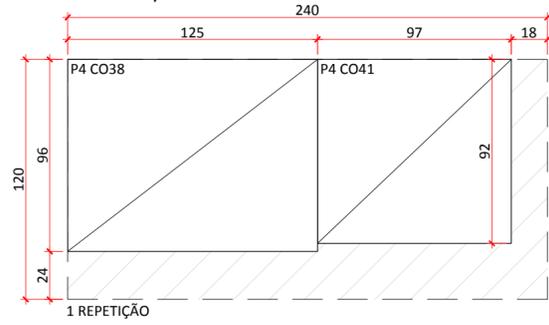


PAGINAÇÃO DE CHAPAS DE OSB 15 mm
*escala 1/25

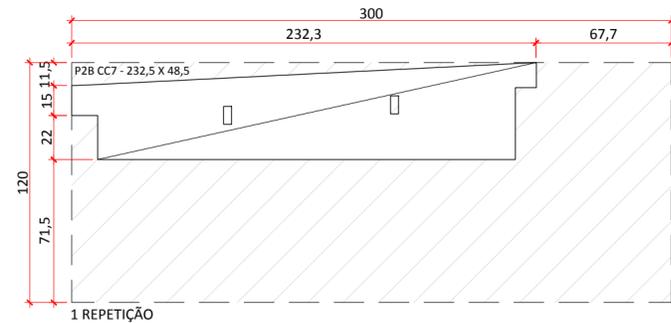
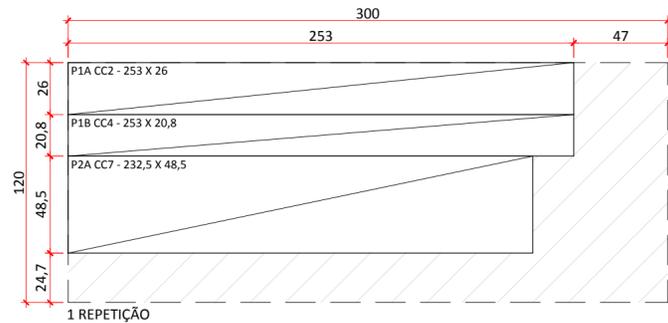
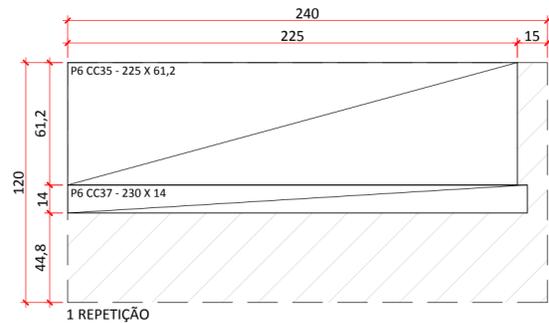
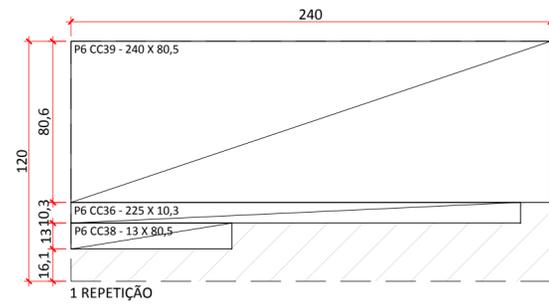
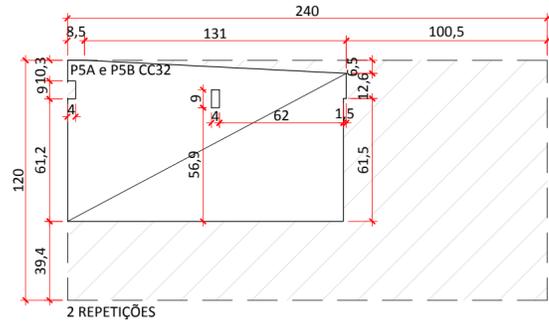
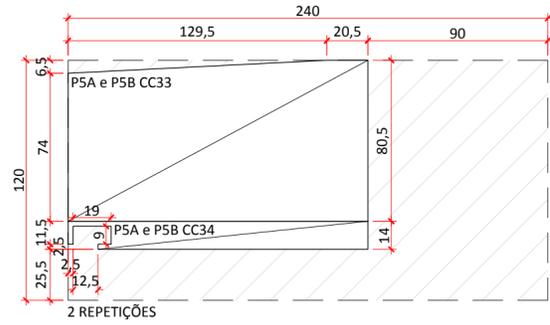
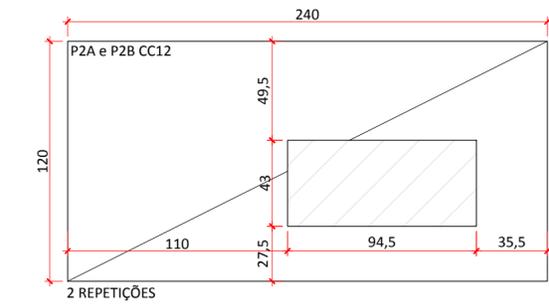
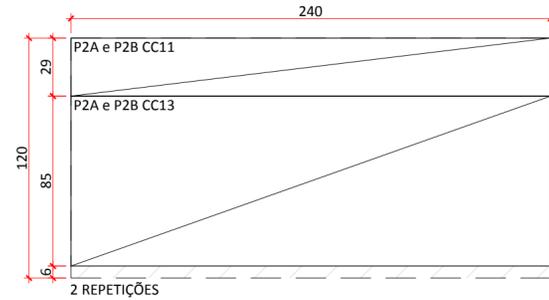
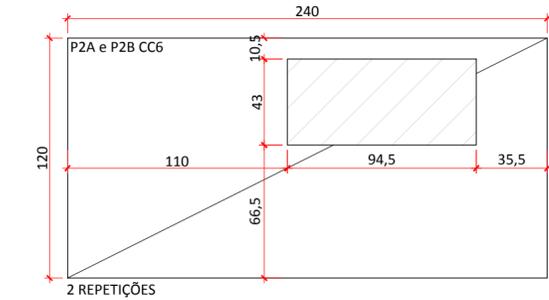
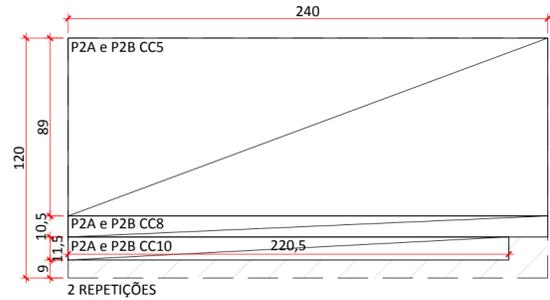
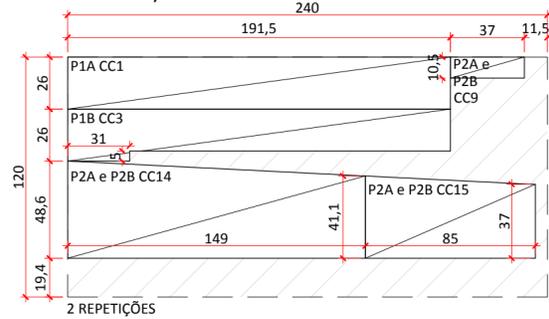


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA		
CENTRO TECNOLÓGICO		
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2019.2		
ELABORAÇÃO DE DETALHES PARA PAINÉIS MODULARES DE UM POSTO GUARDA VIDAS DESMONTÁVEL PROJETADO EM LIGHT WOOD FRAME		
ALUNO: LUCAS FRANCO MAIA	MATRICULA: 13103481	FOLHA
ORIENTADORA: PROF. DRA. ÂNGELA DO VALLE	DATA: 12/12/2019	18/
PAGINAÇÃO DE CHAPAS	ESCALA INDICADA	19

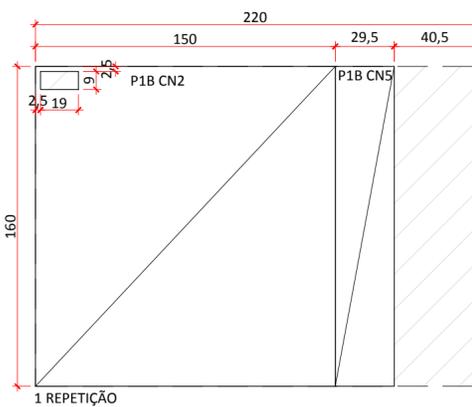
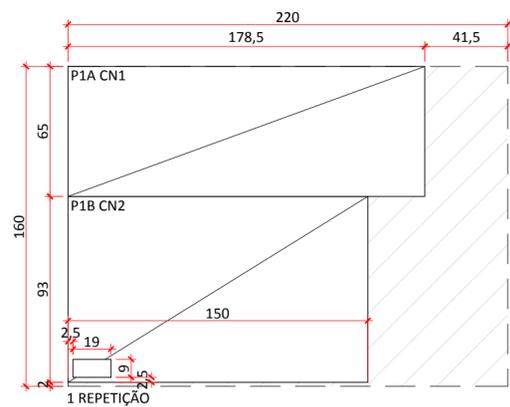
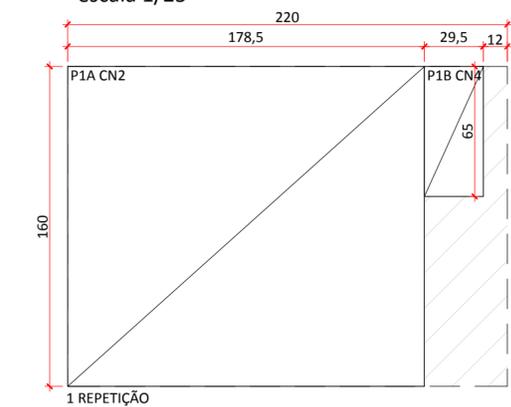
PAGINAÇÃO DE CHAPAS DE OSB 15 mm
*escala 1/25



PAGINAÇÃO DE PLACAS CIMENTÍCIAS 11 mm
*escala 1/25



PAGINAÇÃO DE PLACAS DE COMPENSADO NAVAL 10 mm
*escala 1/25

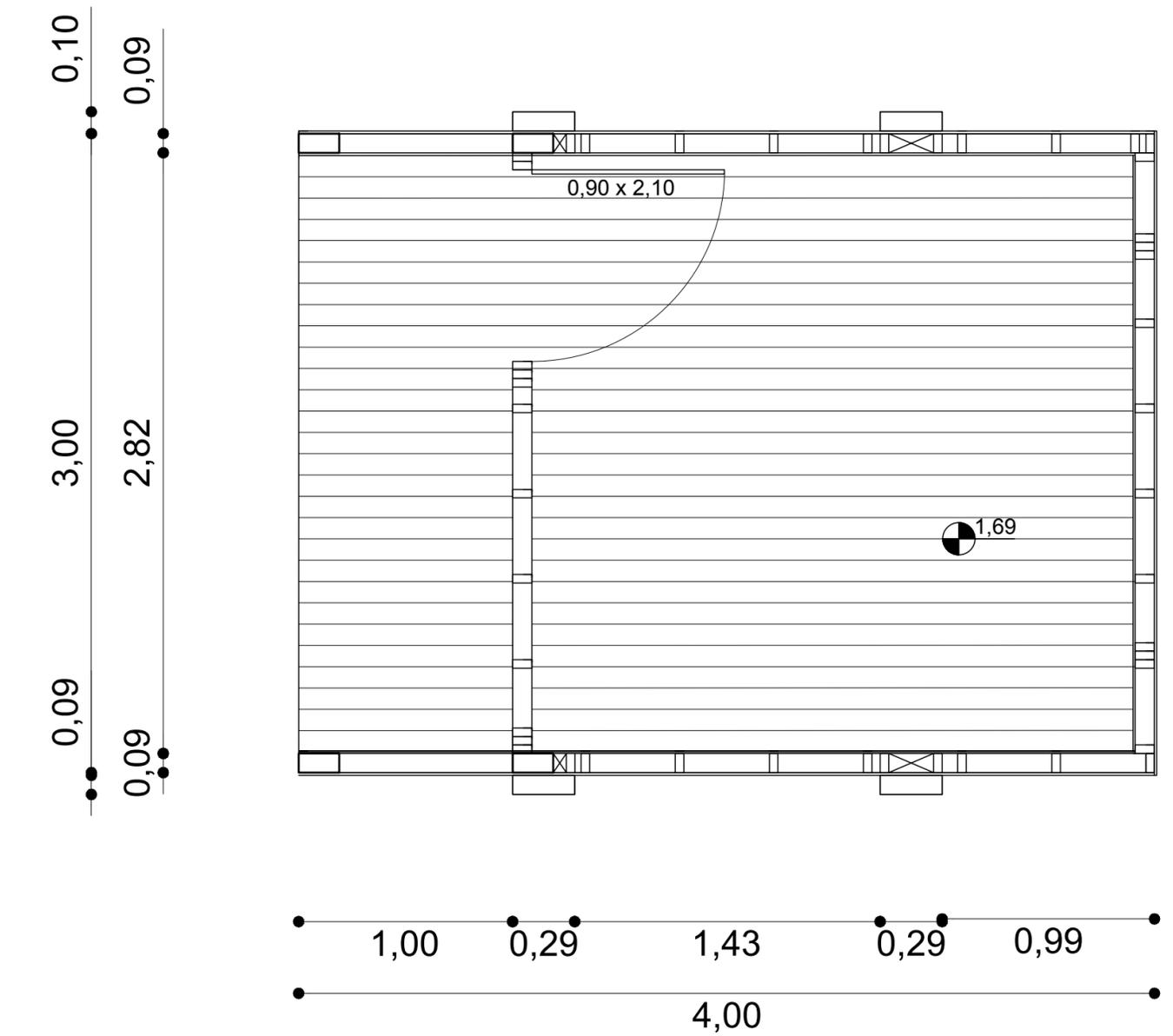


QUANTITATIVO RESUMO	
ITEM	QUANT.
ELEMENTO 4,5 cm x 24 cm x 4 m	8
ELEMENTO 4,5 cm x 19 cm x 4 m	9
ELEMENTO 2 cm x 24 cm x 3 m	1
ELEMENTO 9 cm x 19 cm x 4 m	3
ELEMENTO 4 cm x 9 cm x 4 m	40
ELEMENTO 9 cm x 9 cm x 4 m	3
ELEMENTO 9 cm x 29 cm x 5 m	4
CHAPA DE OSB 18 mm	6
CHAPA DE OSB 15 mm	24
CHAPA DE OSB 10 mm	1
PLACA CIMENTÍCIA 10 mm	18
COMPENSADO NAVAL 10 mm	3
TELHA METÁLICA	4

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA		
CENTRO TECNOLÓGICO		
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2019.2		
ELABORAÇÃO DE DETALHES PARA PAINÉIS MODULARES DE UM POSTO GUARDA VIDAS DESMONTÁVEL PROJETADO EM LIGHT WOOD FRAME		
ALUNO: LUCAS FRANCO MAIA	MATRICULA: 13103481	FOLHA
ORIENTADORA: PROF. DRA. ÂNGELA DO VALLE	DATA: 12/12/2019	19/19
PAGINAÇÃO DE CHAPAS	ESCALA INDICADA	

15 ANEXO A

Estudo preliminar arquitetônico

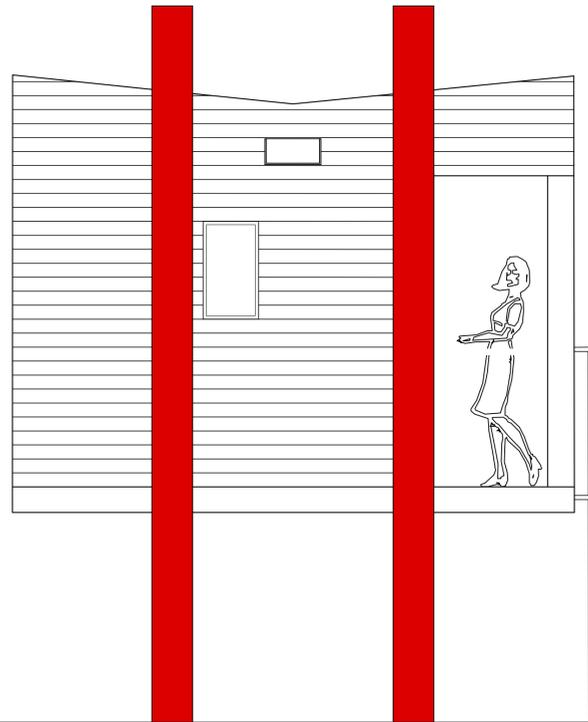


DECK

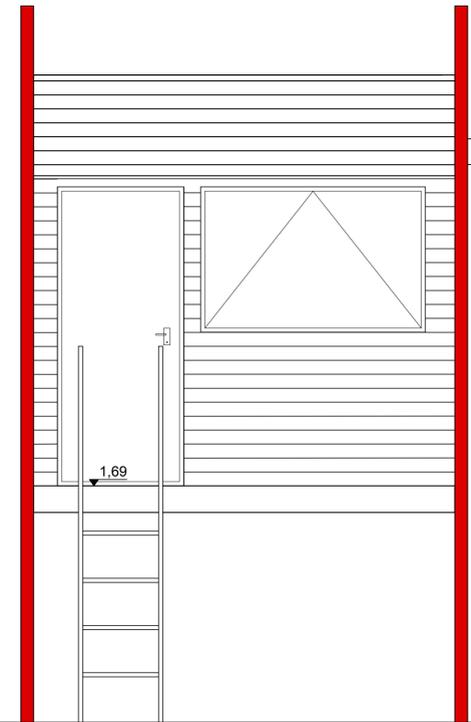
OBRA / LOCAL	POSTO MODELO - BOMBEIROS/ SC
PROPRIETÁRIO	
RESP. TÉCNICO	ARQ. ALEXANDRA LIMA DEMENIGHI ARQ. RODRIGO VARGAS SOUZA

PROJETO ARQUITETÔNICO PA

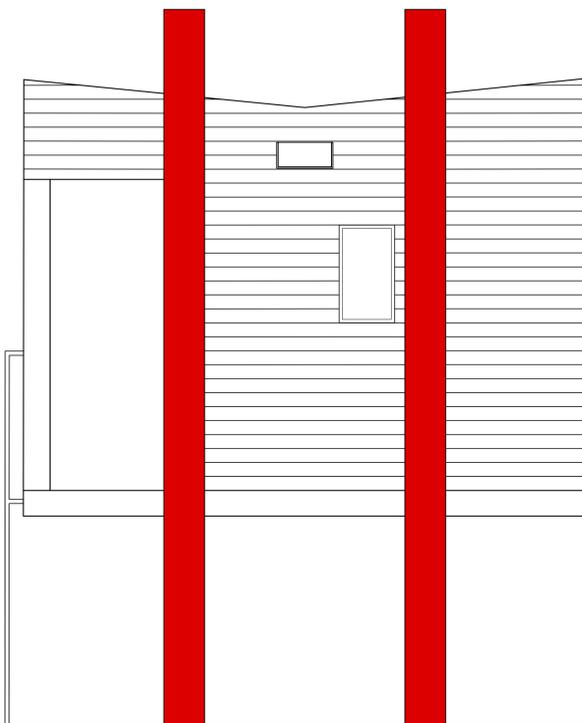
CONTEÚDO DA PRANCHA: DECK	DATA	10/ 2018	PRANCHA 01
	ESCALA	1/25	
	ÁREA TOTAL	12,00 m ²	



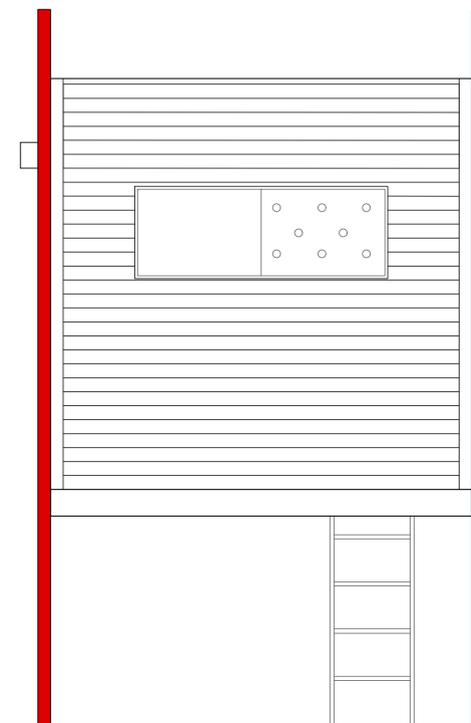
FACHADA LATERAL



FACHADA FRONTAL



FACHADA LATERAL



FACHADA POSTERIOR

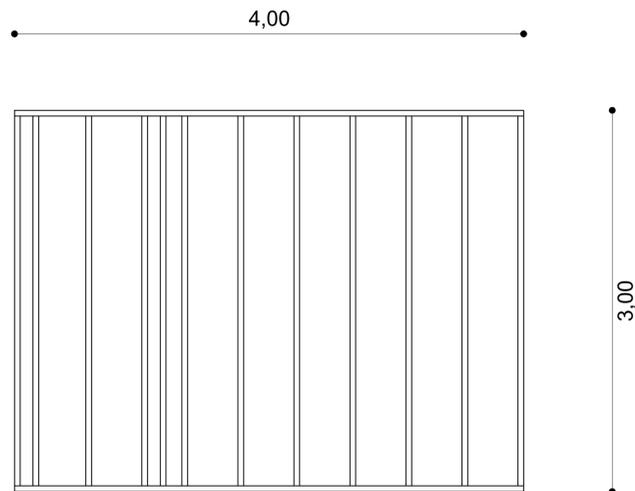
OBRA / LOCAL		
POSTO MODELO - BOMBEIROS/ SC		
PROPRIETARIO		
RESP. TÉCNICO		
ARQ. ALEXANDRA LIMA DEMENIGHI ARQ. RODRIGO VARGAS SOUZA		
PROJETO ARQUITETÔNICO		PA
CONTEUDO DA PRANCHA	DATA	PRANCHA
FACHADAS	10/2018	02
	ESCALA	1/25
	ÁREA TOTAL	12,00 m²



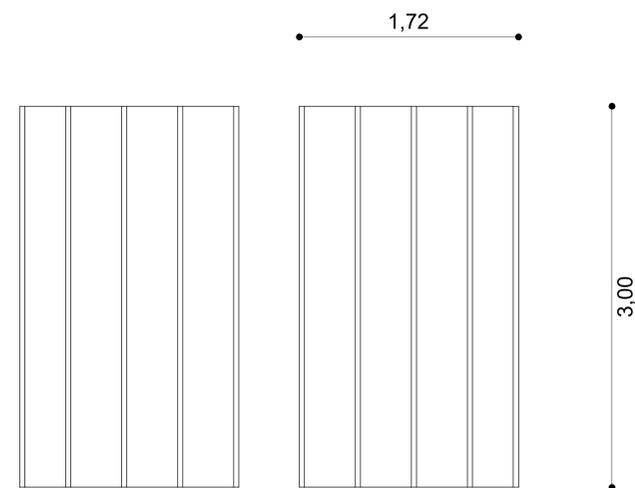
PAINEL POSTERIOR



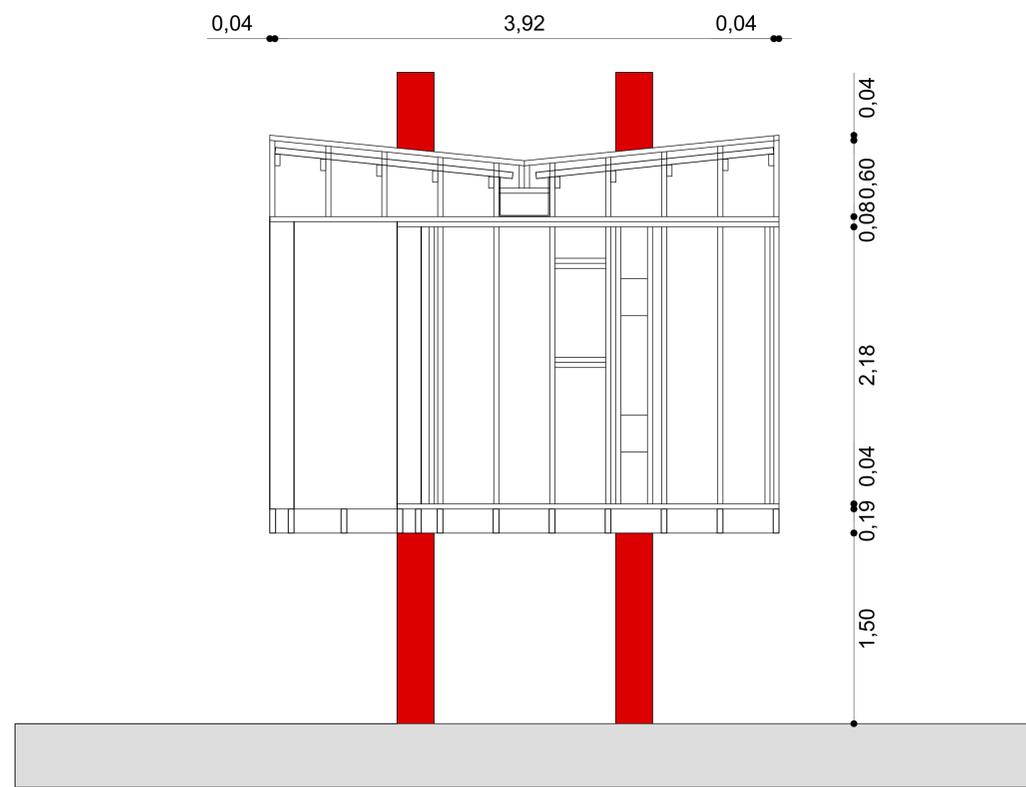
PAINEL FRONTAL



PAINEL PISO



PAINEL TELHADO



PAINEL LATERAL (2x)

OBRA / LOCAL		
POSTO MODELO - BOMBEIROS/ SC		
PROPRIETÁRIO		
RESP. TÉCNICO		
ARQ. ALEXANDRA LIMA DEMENIGHI ARQ. RODRIGO VARGAS SOUZA		
PROJETO ARQUITETÔNICO		PA
CONTÉUDO DA PRANCHA:		
DETALHAMENTO PAINÉIS	DATA 10/ 2018	PRANCHA 03
	ESCALA 1/25	
	ÁREA TOTAL 12,00 m²	