O CONCEITO DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA

ENTRE FÔRMAS E FORMAS

Uma Abordagem Sobre Painéis de Vedação Pré-Fabricados Tipo Sanduíche Mistos de Concreto Armado com Núcleo em EPS no Processo de Projeto em Arquitetura

Goiânia - 2020

Projeto e Cidade

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ARTES VISUAIS - FAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO - PROJETO E CIDADE

Linha de pesquisa "B": Processos e Tecnologias de Projeto e Planejamento

O CONCEITO DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA ENTRE FÔRMAS E FORMAS:
Uma Abordagem Sobre Painéis de Vedação Pré-Fabricados Tipo Sanduíche Mistos de Concreto Armado com Núcleo em EPS no Processo de Projeto em Arquitetura

HAROLDO DIAS FLAUZINO NETO

ORIENTADOR: **PROF. DR. JANES CLEITON ALVES DE OLIVEIRA**

GOIÂNIA/ GO - 2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ARTES VISUAIS

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES
E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor (a) e o (a) orientador (a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

[X] Dissertação [ ] Tese

2. Nome completo do autor

Haroldo Dias Flauzino Neto

3. Título do trabalho

O CONCEITO DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA ENTRE FÔRMAS E FORMAS: Uma Abordagem Sobre Painéis de Vedação Pré-Fabricados Tipo Sanduíche Mistos de Concreto Armado com Núcleo em EPS no Processo de Projeto em Arquitetura

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento [X] SIM [ ] NÃO[1]

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:
a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.
O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.
Casos de embargo:
- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.

Documento assinado eletronicamente por **HAROLDO DIAS FLAUZINO NETO**, **Discente**, em 01/07/2020, às 18:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Janes Cleiton Alves De Oliveira**, **Professor do Magistério Superior**, em 22/07/2020, às 09:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1416313** e o código CRC **2886ACC0**.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ARTES VISUAIS - FAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO - PROJETO E CIDADE

O CONCEITO DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA ENTRE FÔRMAS E FORMAS:
Uma Abordagem Sobre Painéis de Vedação Pré-Fabricados Tipo Sanduíche Mistos de Concreto Armado com Núcleo em EPS no Processo de Projeto em Arquitetura

HAROLDO DIAS FLAUZINO NETO

ORIENTADOR: **PROF. DR. JANES CLEITON ALVES DE OLIVEIRA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM PROJETO E CIDADE COM ÁREA EM PROCESSOS E TECNOLOGIAS DE PROJETO E PLANEJAMENTO

GOIÂNIA/ GO -2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

FLAUZINO NETO, HAROLDO DIAS
O CONCEITO DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA ENTRE FÔRMAS E FORMAS: [manuscrito] : Uma Abordagem Sobre Painéis de Vedação Pré-Fabricados Tipo Sanduíche Mistos de Concreto Armado com Núcleo em EPS no Processo de Projeto em Arquitetura / HAROLDO DIAS FLAUZINO NETO. - 2020.
29, 171 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. JANES CLEITON ALVES DE OLIVEIRA.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Artes Visuais (FAV), Programa de Pós-graduação em Projeto e Cidade, Goiânia, 2020.
Bibliografia. Apêndice.
Inclui siglas, fotografias, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Customização em Massa. 2. Arquitetura. 3. Painel Sanduíche. 4. Pré-Fabricação. 5. EPS. I. DE OLIVEIRA, JANES CLEITON ALVES, orient. II. Título.

CDU 72

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

FACULDADE DE ARTES VISUAIS

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº **09/2020** da sessão de Defesa de Dissertação de **Haroldo Dias Flauzino Neto**, que confere o título de Mestre (a) em **Projeto e Cidade**, na área de concentração em **PROJETO, TEORIA, HISTÓRIA e CRÍTICA.**

Ao/s **trinta de junho de dois mil e vinte**, a partir da(s) **dezessete horas**, através de webconferência, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada **"O CONCEITO DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA ENTRE FÔRMAS E FORMAS: Uma Abordagem Sobre Painéis de Vedação Pré-Fabricados Tipo Sanduíche Mistos de Concreto Armado com Núcleo em EPS no Processo de Projeto em Arquitetura"**. Os trabalhos foram instalados pelo(a) Orientador(a), Professor(a) Doutor(a) **Janes Cleiton Alves de Oliveira (EECA/UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor(a) Doutor(a) **Liza Maria Souza De Andrade (UnB)**, membro titular externo; Professor(a) Doutor(a) **Fábio Ferreira de Lima (FAV/UFG)**, membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido(a) o(a) candidato(a) **aprovado(a)** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo(a) Professor(a) Doutor(a) **Janes Cleiton Alves de Oliveira**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, ao(s) **trinta de junho de dois mil e vinte.**

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

Documento assinado eletronicamente por **Janes Cleiton Alves De Oliveira**, **Professor do Magistério Superior**, em 22/07/2020, às 09:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Liza Maria Souza de Andrade**, **Usuário Externo**, em 25/07/2020, às 20:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Fábio Ferreira De Lima**, **Professor do Magistério Superior**, em 27/07/2020, às 11:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1403075** e o código CRC **AE03D034**.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ARTES VISUAIS - FAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO - PROJETO E CIDADE

O CONCEITO DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA ENTRE FÔRMAS E FORMAS:
Uma Abordagem Sobre Painéis de Vedação Pré-Fabricados Tipo Sanduíche Mistos de Concreto Armado com Núcleo em EPS no Processo de Projeto em Arquitetura

HAROLDO DIAS FLAUZINO NETO

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Projeto e Cidade da Universidade Federal de Goiás, como parte integrante dos requisitos necessários para qualificação e sequência no desenvolvimento do trabalho, área de concentração em Projeto e Tecnologia.

Aprovado por:

Prof. Dr. Janes Cleiton Alves de Oliveira
Presidente da Banca (FAV / UFG)

Prof. Dr. Fábio Ferreira de Lima
Examinador interno (FAV / UFG)

Prof. Dr. Liza Maria Souza de Andrade
Examinadora externa (FAU / UnB)

Goiânia – GO, 30 de junho de 2020.



"ARQUITETURA É SUA PRÓPRIA FINALIDADE"

Joao Filgueiras Lima

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Nadir Martins Ferreira e mãe Maria de Fátima Dias (*in memoriam*). Dedico também à minha irmã Janaína de Fátima Dias e as minhas sobrinhas Yasmim Micaelly Dias Miranda e Pablinny Vitória Dias dos Santos.

"Minha família é meu alicerce, meu porto seguro. sem vocês a vida não faz sentido".

AGRADECIMENTOS

Agradecer é antes de mais nada reconhecer que nada fazemos sozinhos. É reconhecer quem nos apoiaram e depuseram confiança em nossa capacidade.

Agradeço a meus pais, Nadir Martins Ferreira e Maria de Fátima Dias (*in memoriam*), que sempre se esforçaram para que tivéssemos força, esperança e, acima de tudo, muito amor. Em especial, minha eterna gratidão a minha mãe, que infelizmente faleceu durante o desenvolvimento deste trabalho, foram momentos difíceis e ouso afirmar que, se eu pudesse me citar em cada um dos últimos parágrafos, haveria lágrimas de tristeza, mas ao mesmo tempo de motivação. Mãe, eu te amo e para sempre irei te amar, obrigado pela força transmitida aí do céu.

Agradeço a minha amada irmã, Janaína de Fátima Dias, companheira de todas as horas, me deu muita força para levantar e seguir o meu trabalho.

Agradeço também, as minhas sobrinhas Yasmim Micaelly Dias Miranda e Pablinny Vitória Dias dos Santos, que são para mim como filhas, onde me vejo na grande responsabilidade de ser referência. A todos vocês, não só o meu muito obrigado, mas o meu eterno amor e carinho.

Agradeço aos meus amigos, com A maiúsculo, que foram meu alicerce durante esse período e me mostraram a minha capacidade e força, em espacial: Ágabo Carvalho e Marcelle Valim.

Ao meu orientador e amigo Prof. Janes Cleiton Alves de Oliveira, pelo incentivo de sempre, interesse, paciência, dedicação e disponibilidade. Meu orientador além de instigar a pesquisa e promover meios para vivenciá-la, ensinou muito sobre o significado da palavra empatia. Minha eterna gratidão e carinho.

Agradeço ao Prof. Fábio Ferreira de Lima, pelas contribuições bibliográficas complementares e por fomentar as discussões sobre arquitetura, projeto, processos e acreditar no meu trabalho, o meu imenso obrigado.

Agradeço a Indústria Concrefato, por proporcionar o contato direto da teoria aqui explanada com a experimentação e a compreensão do sistema construtivo estudado.

Agradeço por último, mas não menos importante, a Deus, o arquiteto do universo, que nos da vida, saúde, força e a coragem para seguir em frente.

O CONCEITO DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA ENTRE FÔRMAS E FORMAS:
Uma Abordagem Sobre Painéis de Vedação Pré-Fabricados Tipo Sanduíche Mistos de Concreto Armado com Núcleo em EPS no Processo de Projeto em Arquitetura

Curso de Mestrado em Projeto e Cidade, Área de Projeto e Tecnologia
Autor: Haroldo Dias Flauzino Neto
Orientador: Prof. Dr. Janes Cleiton Alves de Oliveira
Goiânia, junho de 2020.

RESUMO

A presente dissertação tem como objetivo analisar o âmbito da construção civil através do método de customização em massa aliada a pré-fabricação de painéis mistos em concreto armado com núcleo em EPS no processo de projeto em arquitetura, método e tecnologia avaliados em três modelos de projeto de habitações mínimas. O trabalho visa contribuir, tecnicamente e teoricamente, com a consolidação do uso do método de customização em massa na construção civil, teoria que se mostra, até o momento, como uma boa alternativa diante da produção seriada da cidade, minimizando, ainda que parcial, impactos funcionais, patológicos e visuais do habitar, entendendo, em sua teoria, que a casa é a verdadeira extensão do ser e da identidade, ações contrárias as práticas da massificação na construção civil no que tange a construção seriada no Brasil. Os resultados demonstram que a customização em massa pode contribuir no processo de projeto em arquitetura utilizando-se da pré-fabricação como demonstrado neste trabalho com a utilização do sistema construtivo de painéis de vedação pré-fabricados tipo sanduíche com núcleo em EPS.

.

Palavras-chaves: 1. Customização em Massa; 2. Arquitetura; 3. Painel Sanduíche; 4. Pré-Fabricação; e 5. EPS.

ABSTRACT

This dissertation aims to analyze or the scope of civil construction through the mass customization method combined with the pre-fabrication of concrete images in reinforced concrete with an EPS core, not design process in architecture, method and technology supported in three minimal room design models. The work aims to contribute, technically and theoretically, to the consolidation of the of the method of mass customization in the civil construction, theory that shows, so far, as a good alternative to the serial production of the city, minimizing, although partial, functional, pathological and visual impacts of dwelling, understanding, in his theory, that the house is the true extension of being and identity, actions contrary to the practices of massification in civil construction in what concerns the construction serial in Brazil. The results demonstrate that mass customization can contribute to the architectural design process using prefabrication as demonstrated in this work with the construction of prefabricated sandwich panels with EPS core.

Keywords: 1. Mass customization; 2. Architecture; 3. Sandwich Panel; 4. Pre-Manufacture; and 5. EPS.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS XV

LISTA DE TABELAS XXVIII

LISTA DE SIGLAS XXIX

1. PEÇA 01 - INTRODUÇÃO 01
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS E MOTIVAÇÃO 01
1.2. PROBLEMÁTICA 03
1.3. PREMISSA 05
1.4. OBJETIVOS 05
1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO 06

2. PEÇA 02: HISTÓRIA DO MÉTODO EM PROJETO, METAPROJETO E O CONCEITO DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA COMO METODOLOGIA 09
2.1. MÉTODO PROJETUAL 09
2.1.1. Primeira Geração dos Métodos de Projeto 10
2.1.2. Segunda Geração dos Métodos de Projeto 11
2.2. PRÉ-FABRICAÇÃO NO BRASIL – TECNOLOGIA E PROJETO 12
2.3. O CONCEITO DE CUSTOMIZAÇÃO 22
2.4. REPENSANDO A POSIÇÃO METODOLÓGICA EM PROJETO 27
2.5. CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA COMO REFLEXÃO NO PROCESSO DE PROJETO EM ARQUITETURA 31

3. PEÇA 03: SISTEMA CONSTRUTIVO – PAINEL TIPO SANDUÍCHE MISTOS DE CONCRETO ARMADO COM NÚCLEO EM EPS 38
3.1. HISTÓRICO E CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS PAINÉIS SANDUÍCHE 38
3.2. REFLEXÕES CONTEMPORÂNEAS NO ÂMBITO DA CONSTRUÇÃO CIVIL MODULAR 43
3.2.1. Norma de Desempenho das Edificações – NBR 15575 43
3.2.2. Norma de Coordenação Modular – NBR 15873 45
3.2.3. Construção Enxuta 46
3.2.4. Construção Racionalizada 47
3.3. COMPONENTES CONSTRUTIVOS DO PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS MISTOS DE CONCRETO ARMADO COM NÚCLEO EM EPS 48
3.4. SUSTENTABILIDADE, DESENHO, CANTEIRO DE OBRAS E O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DOS PAINÉIS 52
3.4.1. Sustentabilidade 52

3.4.2. Desenho 56
3.4.3. Canteiro de Obras e o Processo de Fabricação 58

4. PEÇA 04: DA TEORIA À PRÁTICA: EXPERIMENTAÇÃO DO MÉTODO DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA COM PAINÉIS TIPO SANDUÍCHE MISTOS DE CONCRETO ARMADO COM NÚCLEO EM EPS 69
4.1. O PROJETO DE ARQUITETURA 69
4.2. PAINÉIS DE VEDAÇÃO TIPO SANDUÍCHE MISTOS DE CONCRETO ARMADO COM NÚCLEO EM EPS 75
4.2.1. Ligação de Cisalhamento: Tipo Plana 77
4.2.2. Ligação de Cisalhamento: Com chaves 104
4.2.3. Ligação de Compressão: Estreita 106
4.2.4. Ligação de Compressão: Larga 132
4.3. ESTRUTURAS DE FUNDAÇÃO 133
4.3.1. Considerações Sobre a Aplicação da Sapata Isolada 134
4.3.2. Considerações Sobre a Aplicação da Sapata Corrida 140
4.3.3. Considerações Sobre a Aplicação do *Radier* 141
4.4. PREVISÃO DE LAJE E COBERTURA 146
4.4.1. Laje inclinada com telhado 146
4.4.2. Laje verde inclinada 150
4.5. PREVISÃO DE INSTALAÇÕES PREDIAIS 152
4.6. DISTINÇÕES ENTRE A CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL E A DE PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS MISTOS DE CONCRETO ARMADO COM NÚCLEO EM EPS 156
4.6.1. Projeto e Construção: Convencional x Pré-fabricação com Painéis Mistos de Concreto Armado com Núcleo em EPS 158
4.6.2. Diretrizes para adoção do Método de Customização em Massa 162

5. PEÇA 05: CONCLUSÕES FINAIS 164
5.1. CONCLUSÕES QUANTO AO PROJETO 165
5.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 170

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APÊNDICE A – PROJETO TÉCNICO DOS PAINÉIS COM CONEXÃO TIPO CISALHAMENTO PLANA

APÊNDICE B - PROJETO TÉCNICO DOS PAINÉIS COM CONEXÃO TIPO COMPRESSÃO ESTREITA

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Montagem de protótipo habitacional, início dos anos 60 16

Figura 02 – Edifícios de apartamentos para professores da Universidade de Brasília, 1962 17

Figura 03 – Centro Administrativo da Bahia, Salvador BA, 1973 17

Figura 04 – A chegada da pré-fabricação no Brasil 18

Figura 05 – Projeto da Favela Pernambués em Salvador, com sistema de fabricação 19

Figura 06 – Projeto da Favela Pernambués em Salvador, com sistema de pré-fabricação em três tipologias residenciais 20

Figura 07 – Plantas do projeto da Favela Pernambués em Salvador com sistema modular identificado 20

Figura 08 – Três fatores chave do conceito de customização em massa (CM) .26

Figura 09 – Representação das fases de projeto segundo Deserti 28

Figura 10 – Óculos de realidade virtual 3D *in loco* das futuras instalações do empreendimento imobiliário Palácio das Águas, Macapá, AP 30

Figura 11 – Modelo de relações e expressões culturais x requisitos habitacionais.31

Figura 12 – Mutirantes trabalhando nas obras do COPROMO em 1993 32

Figura 13 – Modelo genérico do processo de projeto pelo método de customização em massa 35

Figura 14 – A painel de concreto *Tilt-Up* como opção de pré-fabricação.....39

Figura 15 – Edifício vertical dormitório da *Florida International University* feito com o sistema *Tilt-Up* 40

Figura 16 – Edifício vertical dormitório da *Florida International University* feito com o sistema *Tilt-Up* com instalações elétricas finalizadas 40

Figura 17 – Diagrama explicativo sobre as premissas que compõem o material compósito 41

Figura 18 – Estrutura de materiais compósitos com alguns dos possíveis arranjos das fibras 42

Figura 19 - Constituição de um painel sanduíche 43

Figura 20 – Maquete 3D do painel sanduíche mistos de concreto armado com núcleo em *EPS* com o vão da porta, conduíte elétrico e os incertos com treliça nervurada 48

Figura 21 – Painel sanduíche pré-fabricado mistos de concreto armado com núcleo em EPS sem emboço e reboco sendo içado 49

Figura 22 - Painel sanduíche pré-fabricado mistos de concreto armado com núcleo em EPS sendo içado após fabricação 49

Figura 23 – Insertos de treliça nervurada dos paineis sanduíches de vedação mistos de concreto armado com núcleo em *EPS* antes da concretagem 50

Figura 24 - Vista dos insertos após a concretagem em um painel sanduíche de vedação com núcleo em EPS 50

Figura 25 – Painel sanduíche de vedação com preenchimento em *EPS* com destaque em vermelho da estrutura de fretagem 51

Figura 26 – Definições características da sustentabilidade segundo *Hall* 52

Figura 27 – Poliestireno expandido (*expanded beads)* 55

Figura 28 - Poliestireno expandido (*molded foam*) 55

Figura 29 – Processo de fabricação do EPS 56

Figura 30 – Fases de planejamento e execução dos painéis pré-fabricado mistos em concreto armado com núcleo em EPS 58

Figura 31 - Fôrmas em aço aos moldes do projeto arquitetônico para a fabricação de painéis mistos em concreto armado com núcleo em EPS 59

Figura 32 – Pista com fôrmas: painéis com núcleo em EPS com argamassa de revestimento (prontos para o içamento) 60

Figura 33 – Local de produção de subprodutos projetado com painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS 61

Figura 34 - Processo de fabricação dos painéis modulares pré-fabricados mistos em concreto armado com núcleo em EPS considerando as aberturas e as nervuras do sistema estrutural 62

Figura 35 – Transporte de painéis até o local de implantação quando sua fabricação não ocorre na obra 62

Figura 36 - Içamento do painel pré-fabricado, pronto para ser agregado à construção civil 63

Figura 37 – Processo de montagem dos painéis por meio de içamento 63

Figura 38 – Processo de encaixe dos painéis após içamento 64

Figura 39 - Processo de encaixe dos painéis após içamento em apartamentos ...65

Figura 40 – Painéis pré-fabricados misto em concreto armado com núcleo em EPS e regularização do reboco externo com detalhes estéticos já previstos.....65

Figura 41 - Desenho dos detalhes das armaduras e soldas utilizadas na junção entre os painéis planta e detalhe construtivo (Ligação de cisalhamento plana) 66

Figura 42 - Detalhe das armaduras e soldas utilizadas na junção entre os painéis..67

Figura 43 - Modelo de casa pré-fabricada com painéis pré-fabricados mistos em concreto armado e tijolo furado 67

Figura 44 - Modelo de casa pré-fabricada com painéis pré-fabricados mistos em concreto armado e tijolo furado 68

Figura 45 - Modelo de casa pré-fabricada com painéis pré-fabricados mistos em concreto armado e tijolo furado 68

Figura 46 - Planta de habitação mínima com área útil de 57,87 m² em estudo.71

Figura 47 – Fachada do projeto arquitetônico em estudo 72

Figura 48 – Modelo de processo de projeto e sequência de decisões proposto por Markus (1971) 73

Figura 49 – Fatores que influenciam no processo de projeto e execução de painéis pré-fabricados de concreto armado com núcleo em EPS 73

Figura 50 – Fatores que influenciam no processo de projeto e execução de painéis pré-fabricados de concreto armado com núcleo em EPS 74

Figura 51 - Planta de habitação mínima com área útil de 57.87 m² com setorização por etapas de análise 76

Figura 52 – Polidora/politriz para revestimento em concreto 77

Figura 53 – Polidora/politriz para revestimento de concreto dando acabamento de superfície de uma painel pré-fabricado mistos de concreto armado com núcleo em EPS 77

Figura 54 – Legenda para identificação dos painéis por número de painéis, faces e com orientação de leitura em consonância com a norma de pranchas (NBR 10.068) e desenho arquitetônico (NBR 6492) 78

Figura 55 - Planta de habitação mínima com área útil de 57,87 m² com a previsão de utilização de painéis de vedação pré-fabricados tipo sanduíche com núcleo em EPS por meio de ligação de cisalhamento tipo plana (setor de análise 01) 79

Figura 56 - Conexão entre os painéis 01, 02 e 07 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana 81

Figura 57 – Conexão entres os painéis 01, 02 e 07 por meio do modelo de ligação de cisalhamento plana com marcação do trecho a ser preenchido com graute e fôrmas 81

Figura 58 – Conexão não recomendada entre os painéis 01, 02 e 07 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana 82

Figura 59 - Conexão entre os painéis 01 e 06 (menor espessura) por meio do modelo de ligação de cisalhamento plana tipo plana 83

Figura 60 - Conexão entre os painéis 02 e 03 (o maior painel deste setor de análise) por meio do modelo de ligação de cisalhamento plana tipo plana 83

Figura 70 – Conexão entre os painéis 03 e 04 por meio do modelo de ligação de cisalhamento plana em planta 84

Figura 71 – Conexão entre os painéis 03 e 04 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana projetado com perspectiva produzida pelo *software sketchup* (maquete 3D) 85

Figura 72 – Conexão entre os painéis 04, 05 e perpendicularmente o 07 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana com a utilização de graute entre as portas de acesso aos quartos 86

Figura 73 – Leitor *QR Code* para visualização da animação do setor 01 projetado com painéis tipo sanduíche pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS (com e sem argamassa de revestimento) 86

Figura 74 - Planta de habitação mínima com área útil de 57,87 m² com os painéis de vedação pré-fabricados tipo sanduíche com núcleo em EPS e ligação de compressão estreita (Setor de análise 02) 87

Figura 75 – Desalinhamento estrutural entre os painéis de ligação tipo plana 04 e 08 88

Figura 76 – Eixo estimativo para o arranque estrutural entre os Painéis 04 e 08 no modelo de ligação plana de cisalhamento 88

Figura 77 – Conexão entre os painéis 08 e 11 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana em planta 89

Figura 78 – Conexão entre os painéis 08 e 09 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana em planta 90

Figura 79 – Conexão entre os painéis 10 e 18 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana em planta 90

Figura 80 – Conexão entre os painéis 10 e 18 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana em perspectiva no *software sketchup* 91

Figura 81 – Conexão entre os painéis 10 e 18 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana em perspectiva no *software sketchup* com insertos e EPS expostos, bem como detalhe em evidência dos arranques de aço para amarração do painel do balcão com a vedação vertical 91

Figura 82 – Conexão entre os painéis 10 e 18 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana e as considerações sobre amarração estrutural.....92

Figura 83 – Conexão entre os painéis 11 e 17 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana acima do vão da porta de acesso a edificação.....93

Figura 84 – Conexão entre os painéis 11 e 17 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana em perspectiva no *software sketchup* acima do vão da porta de acesso a edificação sem argamassa de revestimento.....93

Figura 85 – Conexão entre os painéis 13 e 12 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana acima do vão da porta de acesso ao banheiro social 94

Figura 86 – Conexão entre os painéis 13 e 12 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana acima do vão da porta de acesso ao banheiro social em perspectiva no *software sketchup* 94

Figura 87 – Conexão por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana entre os Setores 01 e 02 em perspectiva no *software sketchup* 95

Figura 88 – Leitor *QR Code* para visualização da animação do setor 02 projetado com painéis tipo sanduíche pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS (com e sem argamassa de revestimento) 95

Figura 89 – Planta de habitação mínima com área útil de 57,87 m² com os painéis de vedação pré-fabricados tipo sanduíche com núcleo em EPS e ligação de compressão estreita (Setor de análise 03) 96

Figura 90 – Conexão entre os painéis 09 e 14 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana acima do vão da porta de acesso a cozinha.....97

Figura 91 – Conexão entre os painéis 09 e 14 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana com destaque do graute no *software sketchup*.....97

Figura 92 – Conexão entre os painéis 09 e 14 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana acima do vão da porta de acesso a cozinha em perspectiva no *software sketchup*.....98

Figura 93 – Conexão por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana entre os Setores 01, 02 e 03 em perspectiva no *software sketchup*.....98

Figura 94 – Leitor *QR Code* para visualização da animação do setor 03 projetado com painéis tipo sanduíche pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS (com e sem argamassa de revestimento) 99

Figura 95 - Planta de habitação mínima com área útil de 57,87 m² com os painéis de vedação pré-fabricados tipo sanduíche com núcleo em EPS e ligação de compressão estreita (Setor de análise 04) 100

Figura 96 – Conexão entre os painéis 23 e 24 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana entre a garagem e o ambiente externo 101

Figura 97 – Conexão por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana entre os painéis 23 e 24 em perspectiva no *software sketchup* 101

Figura 98 – Conexão por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana entre os Setores 01, 02, 03 e04 em perspectiva no *software sketchup* sem argamassa de revestimento 102

Figura 99 – Leitor *QR Code* para visualização da animação de todos os setores em análise (01 a 04) projetado com painéis tipo sanduíche pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS (com e sem argamassa de revestimento) 103

Figura 100 – Painel de ligação de cisalhamento com chaves distribuídas 105

Figura 101 – Painel de ligação de cisalhamento com chaves concentradas 105

Figura 102 – Ligação de compressão tipo estreita 106

Figura 103 - Ligação de compressão estreita com painel chanfrado 107

Figura 104 - Planta de habitação mínima com área útil de 57,87 m² com os painéis de vedação pré-fabricados tipo sanduíche com núcleo em EPS e ligação de compressão tipo estreita (Setor de análise 01) 108

Figura 105 – Painel secionado na pista de fabricação com detalhamento da peça de EPS acrescentada para criar a subtração a ser conectada posteriormente 109

Figura 106 – Conexão entre os painéis 01 e 06 por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita entre a garagem e o ambiente externo 110

Figura 107 – Conexão entre os painéis 01, 02 e 07 (perpendicular) por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita a fachada da edificação e o ambiente externo 110

Figura 108 – Conexão por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita entre os painéis 01, 02 e 07 (perpendicular) do setor de análise 01 em perspectiva no *software sketchup* sem argamassa de revestimento.....111

Figura 109 – Conexão entre os painéis 04 e 08 por meio do modelo de ligação de cisalhamento plana 112

Figura 110 – Conexão entre os painéis 04, 05 e 07 por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita 112

Figura 111 – Conexão entre os painéis 05 e 06 por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita 113

Figura 112 – Leitor *QR Code* para visualização da animação do setor 01 projetado com painéis tipo sanduíche pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS conectados por meio de ligação por compressão estreita (com e sem argamassa de revestimento) 113

Figura 113 - Planta de habitação mínima com área útil de 57,87 m² com os painéis de vedação pré-fabricados tipo sanduíche com núcleo em EPS e ligação de compressão tipo estreita e cisalhamento tipo plana (Setor de análise 02) 114

Figura 114 – Protótipo de análise desenvolvido em fábrica e a primeira conexão entre painéis de conexão com núcleo em EPS sobre sapatas isoladas.....115

Figura 115 – Protótipo de análise desenvolvido em fábrica e a segunda conexão entre painéis de conexão com núcleo em EPS sobre sapatas isoladas.....115

Figura 116 – Protótipo de análise desenvolvido em fábrica e todas as conexões entre painéis de conexão com núcleo em EPS sobre sapatas isoladas.....115

Figura 117 – Conexão entre os painéis 08 e 13 com núcleo em EPS por meio do modelo de ligação de cisalhamento plana 116

Figura 118 – Conexão de painéis com núcleo em EPS variada do tipo cisalhamento plana e por compressão estreita representadas por *zoom* em maquete 3D com auxílio do *software sketchup* 117

Figura 119 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 09 e 14 por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita 117

Figura 120 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 09 e 14 por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita ilustrada em maquete 3D com auxílio do *software sketchup* com ênfase na ligação e a "boneca".....118

Figura 121 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 08, 09 e 10 por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita 118

Figura 122 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 08, 09 e 10 por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita com simulação em 3D no *software sketchup* em vista superior perspectivada 119

Figura 123 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 11 e 17 (Setor 03) por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita 120

Figura 124 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 11 e 17 (Setor 03) por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana com simulação em 3D no *software sketchup* 120

Figura 125 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 12 e 13 por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita entre peças de proporções (espessuras) divergentes 121

Figura 126 – Conexão tipo compressão estreita entre os setores 01 e 02 em perspectiva no *software sketchup* com argamassa de revestimento com ênfase na junção entre painéis de vedação 121

Figura 127 – Leitor *QR Code* para visualização da animação entre os setores 01 e 02 projetado com painéis tipo sanduíche pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS conectados por meio de ligação por compressão estreita (com e sem argamassa de revestimento).....122

Figura 128 - Planta de habitação mínima com área útil de 57,87 m² com os painéis de vedação pré-fabricados tipo sanduíche com núcleo em EPS e ligação de compressão tipo estreita e cisalhamento tipo plana (Setor de análise 03) 123

Figura 129 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 10 e 18 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana 124

Figura 130 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 10 e 18 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana em perspectiva 3d no *software sketchup* 125

Figura 131 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 15 e 16 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana 125

Figura 132 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 15 e 16 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana em perspectiva 3d no *software sketchup* (fachada) 126

Figura 133 – Exemplo de conexão entre painéis com ligação de cisalhamento tipo plana em fase acabamento estético 126

Figura 134 – Conexão tipo compressão estreita (em alguns momentos por cisalhamento tipo plana) entre os setores 01, 02 e 03 em perspectiva no *software sketchup* com argamassa de revestimento com ênfase na junção entre painéis de vedação 127

Figura 135 – Leitor *QR Code* para visualização da animação entre os setores 01, 02 e 03 projetado com painéis tipo sanduíche pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS conectados por meio de ligação por compressão estreita (com e sem argamassa de revestimento) 128

Figura 136 - Planta de habitação mínima com área útil de 57,87 m² com os painéis de vedação pré-fabricados tipo sanduíche com núcleo em EPS e ligação de compressão tipo estreita (Setor de análise 04) 129

Figura 137 – Conexão tipo compressão estreita (em alguns momentos por cisalhamento tipo plana) entre os setores 01, 02, 03 e 04 em perspectiva no *software sketchup* com argamassa de revestimento com ênfase nos fluxos da garagem/área de lazer 130

Figura 138 – Painel de ligação por compressão estreita entre as peças 23 e 24 com suas respectivas faces e detalhes para produção 130

Figura 139 – Leitor *QR Code* para visualização da animação entre os setores 01, 02, 03 e 04 projetado com painéis tipo sanduíche pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS conectados por meio de ligação por compressão estreita (com e sem argamassa de revestimento) 131

Figura 140 – Conexão tipo compressão estreita (em alguns momentos por cisalhamento tipo plana) entre os setores 01, 02, 03 e 04 em perspectiva no *software sketchup* com argamassa de revestimento com ênfase na junção entre painéis de vedação 132

Figura 141 – Conexão por compressão tipo larga entre painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS 133

Figura 142 – Exemplos de sapata isolada 135

Figura 143 – Conexão tipo cisalhamento plana e preenchimento com graute entre painéis de vedação pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS 136

Figura 144 – Esquema do procedimento não recomendado de ligação de cisalhamento plana entre painéis tipo sanduíche com núcleo em EPS com a utilização de sapata isolada (Painel depois sapata) 137

Figura 145 - Esquema do procedimento não recomendado de ligação de cisalhamento plana entre painéis tipo sanduíche com núcleo em EPS com a utilização de sapata isolada (Sapata depois Painel) 138

Figura 146 – Painéis tipo sanduíche mistos de concreto armado e núcleo em EPS sendo intertravados em sapadas isoladas projetadas com encaixe.....138

Figura 147 – Esquema de ligação de cisalhamento plana entre quatro painéis tipo sanduíche com núcleo em EPS com a utilização de sapata isolada com encaixe 139

Figura 148 – Esquema de ligação de cisalhamento plana entre dois painéis tipo sanduíche com núcleo em EPS com a utilização de sapata isolada com encaixe 139

Figura 149 – Sapata pilar e sapata contínua para paredes 140

Figura 150 – Esquema de estrutura de fundação com sapata corrida na utilização de paineis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS com aterro na edificação 141

Figura 151 – *Radier* após execução 142

Figura 152 – *Radier* liso 143

Figura 153 – Projeto de arquitetura em estudo com estrutura de fundação rasa tipo *radier* liso 144

Figura 154 – Tipos de *radiers* recomendado para obras maiores que usam os painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS.....145

Figura 155 - Estudo de divisões e esforços dos painéis destinados para a laje do projeto arquitetônico com conexão por meio de compressão estreita.....146

Figura 156 – Esquema da solução estrutural definida em projeto para a inserção dos painéis destinados a laje inclinada com captação da água da chuva.....147

Figura 157 – Conexão entre as lajes apoiadas no mastique selante de consistência plástica e viscosa que permite aplicação em juntas contínuas, podendo endurecer 148

Figura 158 – Prismas triangulares para finalização do telhado em conexões por cisalhamento tipo plana e compressão tipo estreita 149

Figura 159 - Diagrama de camadas da estrutura secundária do telhado verde a serem aplicadas após a fixação de todas as peças da laje 150

Figura 160 – Esquema das lajes com conexão tipo estreita com camadas para laje verde e escada pré-fabricada para facilitar o acesso a manutenção.....151

Figura 161 – Desenho técnico do painel pré-fabricado misto de concreto armado com núcleo em EPS com projetos complementares 153

Figura 162 – Esquema da caixa d'água no projeto em análise 154

Figura 163 – Kit parede hidráulica esquemático no painel pré-fabricado tipo sanduíche mistos de concreto armado com núcleo em EPS 155

Figura 164 - Diagrama do painel de vedação pré-fabricado mistos de concreto armado com núcleo em EPS na companhia dos componentes do projeto elétrico 156

Figura 165 – Diagrama do partido arquitetônico em estudo 157

Figura 166 – Definição das nervuras, preenchimento e resultado com ênfase nos trechos de travamento, que devem ser projetados antes da produção dos painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS 160

Figura 167 – Travamento das peças metálicas para concretagem 161

Figura 168 – Travamento das peças metálicas para concretagem 161

Figura 169 – Travamento das peças metálicas para concretagem alinhadas na pista de fabricação 162

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Normas canceladas pela NBR 15873:2010 13

Tabela 02 – Flexibilidade dos processos de produção, segundo Slack (1987)...23

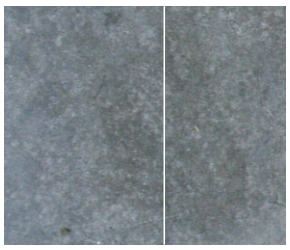
Tabela 03 - Etapas de projeto em construções convencionais 158

Tabela 04 - Etapas de projeto em construções pré-fabricadas com painéis de vedações mistos de concreto armado com núcleo em EPS 159

Tabela 05 - Diretrizes para adoção do método de customização em massa em projetos arquitetônicos que utilizam a pré-fabricação de painéis mistos de concreto armado com núcleo em EPS 163

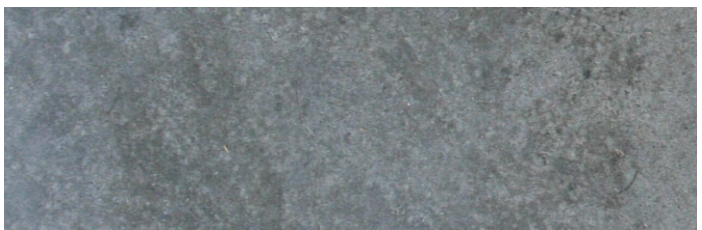
LISTA DE SIGLAS

ABCIC	Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNH	Banco Nacional da Habitação
CM	Customização em Massa
EPS	Poliestireno Expandido
GQT	Gestão de Qualidade Total
IGLC	*International Group For Lean Construction*
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
NBR	Normas Brasileiras
PEX	Polietileno Reticulado
PS	Poliestireno
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produto
RDA	República Democrática Alemã
STP	Sistema Toyota de Produção
UnB	Universidade de Brasília



PEÇA 01

INTRODUÇÃO



1.

PEÇA 01: INTRODUÇÃO

"Em arquitetura há dois modos necessários de ser autêntico. Pode-se ser autêntico de acordo com o programa e autêntico de acordo com os métodos de construção. Ser autêntico de acordo com o programa é cumprir exata e simplesmente as condições impostas pela necessidade; ser verdadeiro de acordo com os métodos de construção é empregar os materiais de acordo com suas qualidades e propriedades. [...] As questões puramente artísticas de simetria e forma aparente são apenas condições secundárias na presença de nossos princípios dominantes"

Viollet-Le-Duc[1]

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS E MOTIVAÇÃO

A sociedade se vê em um período de constantes transformações produtivas e sociais, fases que engrenam o avanço na representação e na arquitetura, momento de reflexões teóricas e críticas. Na esfera da construção civil, observa-se uma constante busca pelo emprego de materiais e tecnologias na arquitetura, *design* e engenharia civil, com o propósito de minimizar impactos ambientais e otimizar suas respectivas produções.

A habitação é uma construção importante para a estruturação do invólucro social, político, tecnológico, econômico e ambiental. A área de interesse está embasada na dialética entre o conceito de customização em massa e a pré-fabricação de painéis de vedação mistos em concreto armado e preenchimento em EPS no processo de

[1] VIOLLET-LE-DUC, Eugène. *Entretiens sur l´architecture*, 1863-72. *Apud* FRAMPTON, Kenneth. *História crítica da arquitetura moderna*. São Paulo, Martins Fontes, 3.ª ed., 2000. p. 69.

projeto em arquitetura até a fase de execução. Pensar o projeto atendendo a flexibilidade do mundo contemporâneo se tornou uma inevitabilidade, porém, é um desassossego crescente.

Uma das instruções elucidadas pela Fundação João Pinheiro (2004) categoriza a construção habitacional entre dois paralelos indissociáveis: sociedade e a dinâmica das cidades, sejam elas já consolidadas ou não, explanando as transformações no corpo social. O novo modo de vida, reforçando as novas estruturas familiares, avanços no âmbito tecnológico e aumento da longevidade são questões chave para um maior entendimento sobre as exigências do modo de morar (TRAMONTANO; e BENEVENTE, 2004).

Em virtude do atual cenário na construção civil, se faz necessária a difusão de alternativas tecnológicas preocupadas com o dinamismo das cidades e a flexibilidade do morar aclamada pelo homem e seu modo de vida, questões em pauta desde a revolução industrial, período em que ocorreu uma ruptura da identidade do habitar, dividindo a vida dos residentes em lugares de trabalho, de diversão, da cultura e de relações familiares. O arquiteto é um dos principais agentes na transformação de solicitações funcionais, simbólicas, sociais, materiais e contextuais que se materializam em formas, funções e significados.

Diante dessas novas questões sociais e espaciais em arquitetura, foram analisados métodos aplicados na fase projetual desde a 2ª Guerra mundial, onde buscaram-se novos e urgentes meios na construção civil. Na atual conjuntura, o novo agente é o conceito de customização em massa (CM), sendo uma metodologia de produção oposta à premissa da produção em massa, e que tem como instrução a produção em série diversificada e de qualidade. O conceito "customização em massa" (CM) por Davis (1987), confere a estratégia como um meio de gestão e qualidade do ambiente construído, pois além de considerar valor agregado ao produto, busca atender questões individualizadas, mesmo no contexto de massificação da construção civil.

Davis (1987) reforça a importância em considerar tempo, espaço e massa. Contudo, os estudos apontam que a customização em massa (CM) deve ser observada como um conceito sistêmico, que não se restringe a produção mobiliária, bem como um conjunto de atividades relacionadas que ocorrem dentro de uma determinada empresa de forma a projetar, produzir, comercializar, entregar e dar respaldo e assistência técnica ao produto. (PORTER, 1980).

Justificam-se o aprofundamento e a disseminação de estudos, possibilidades projetuais e construtivas, que sejam legitimamente eficientes na mesma maneira de lidar com a própria necessidade, mesmo que em produções em massa de um recorte territorial.

O conceito de customização em massa surge para minimizar impactos, sejam eles no processo de projeto, construção, qualidade do ambiente construído e arquitetura, questões atreladas a concepção em grandes escalas, capazes de assumir uma nova postura diante da problemática ambiental adentrando o ambiente urbano consolidado, considerando a representatividade e participação do ser, ponderações que remontam o adensamento "seriado", bem como a tecnologia e a qualidade das construções.

1.2. PROBLEMÁTICA

A paisagem homogênea resultante da produção massificada de habitações populares no Brasil vem sendo alvo de discussões e debates sobre a replicação de projetos, a não participação do futuro morador na tomada de decisões e patologias que geralmente surgem após ocupação são fatores que direcionam os futuros moradores a readequarem as edificações, fenômeno que constrói a paisagem dinâmica das cidades.

A construção em massa surge como propósito social, sustentável e tecnológico, embora como na maioria de conceitos e brechas que são encontradas, fazem com

que o conceito tomasse outro rumo, o da especulação imobiliária, política e partidária, em outros dizeres, se posiciona insurgente a real necessidade prática.

O Brasil nos últimos anos vem passando por uma ligeira transformação na indústria da construção civil. Como alto índice na busca de novas habitações e infraestrutura, resultado das políticas de expansão de crédito e programas de financiamento, o setor cresce a taxas acima do PIB brasileiro.

O crescimento resulta no alto índice de desenvolvimento de toda cadeia da construção civil como, por exemplo, novas tecnologias e equipamentos, reflexionando de forma direta na produção das cidades. Todo esse movimento engrena novas configurações em aspectos como: a tecnologia a ser usada; fatores culturais e até mesmo mercadológicos, sugestionando no processo de projeto, visando as necessidades atuais, no que se refere às expectativas da arquitetura, desafio da customização em massa.

Agopyan e John (2011) afirmam que a indústria da construção civil demorou para iniciar as discussões sobre sustentabilidade, apesar de ser um dos maiores setores a consumir recursos naturais e gerar resíduos sólidos. A construção em massa feita aos moldes de processos construtivos tradicionais, em específico, é uma das maiores produtoras de entulhos, consequência de problemas na fase de projeto, acompanhamento e execução, porém vem sendo minimizados pelos princípios de construção enxuta.

A construção civil no Brasil vem se reconfigurando pela ótica de redução de gastos e atividades que não adicionam valor ao produto, adotando o sistema de produção enxuta. A raiz do sucesso de construções enxutas se encontra na fase de projeto e seus complementares, em outras palavras, catalizadores de problemas.

Com intento de preservar o meio ambiente a construção civil tem contribuído incessantemente com o desenvolvimento e crescimento sustentável visando concentrar-se na utilização de materiais e sistemas construtivos que fujam do viés convencional. Na tentativa de continuar provendo a evolução das cidades com construções seguras e gerando o mínimo de resíduos, é importante incentivar

estudos nesta linha de sustentabilidade, pois eles objetivam contribuir fortemente para o sucesso dos projetos da engenharia civil.

Diante das inquietações explanadas no processo investigativo para o desenvolvimento da dissertação, foram destacadas três questões de estudo que juntas irão encorpar o resultado da pesquisa. *Surge assim os primeiros estudos do método de customização em massa (CM) no campo da construção civil, com o intuito de otimizar fases projetuais e de execução. Até que ponto o conceito de customização em massa pode contribuir no processo de projeto com painéis tipo sanduíche com núcleo em EPS?*

1.3. PREMISSA

A premissa da dissertação é calcada no agrupamento de vertentes na produção industrializada da construção civil inseridas no conceito de customização em massa respaldadas no processo de projeto de arquitetura por meio da teoria de metaprojeto e com a inovação tecnológica de painéis de vedação pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS.

1.4. OBJETIVOS

Busca-se como objetivo principal desta pesquisa analisar o processo de construção customizada em massa aliada à pré-fabricação de painéis mistos de concreto armado com núcleo em EPS e o metaprojeto com o intuito de esmiuçar as limitações projetuais, embasadas no método comparativo entre as amarras tradicionais da construção civil (construção convencional) e o sistema modular e as suas características positivas. No que tange a objetivos específicos podem ser enumerados os seguintes:

- Identificar de que maneira o método de customização em massa pode contribuir no viés da arquitetura e na construção civil na produção em série;
- Compatibilizar o método tradicional de projetação com o de customização em massa (CM);

- Compreender as lacunas e os limites entre a pré-fabricação e a customização em massa no Brasil; e
- Elencar se há divergências do método de customização em massa e a pré-fabricação de painéis de vedação mistos em concreto armado com núcleo em EPS.

1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação delineia-se em 5 capítulos, denominados como peças estruturantes da pesquisa. Neste primeiro, discorreu-se a conjuntura em que se originaram as questões de pesquisa, detectando as principais lacunas de instrução que justificam o desenvolvimento deste estudo. Foram apontados os objetivos desta investigação teórica, além das principais delimitações desta pesquisa.

O viés do método de customização em massa incorpora primeiro instante da presente pesquisa, retratando o conceito de customização em massa (CM) e suas perspectivas sobre as aplicações no campo projetual, momento de discussão sobre recursos em projeto de arquitetura (surgimento dos métodos em projeto), além de apresentar conceito de metaprojeto, fase de reflexão sobre a planificação do planejamento, em linhas gerais, reflexões teóricas, práticas e empíricas sobre as ações pré-projeto de arquitetura, principalmente no contexto de massificação e customização em massa (CM).

No capítulo três, estudou-se preconizações e tectônica – painéis de vedação sanduíche com núcleo em EPS, orientações e diretrizes básicas normativas e reflexivas (ambientalmente, socialmente e economicamente) para a concepção do projeto de arquitetura, objetivando compilar entraves ou não, do método de customização em massa (CM) no processo de projeto atrelado ao sistema construtivo de painéis de vedação pré-fabricados mistos de concreto armado e núcleo em EPS.

O capítulo quatro é a fase experimental e metodológica, onde foi desenvolvido um projeto arquitetônico básico de habitação unifamiliar concebido por painéis pré-fabricados mistos em concreto armado com núcleo em EPS através do método de customização em massa (CM), sendo avaliados nas seguintes etapas:

a) Fase projetual, momento de reflexões que subjuga o posicionamento mediante a questões como, normatizações, materialidade e tecnologia, no caso, painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS (Coleta de dados);
b) Desenvolvimento de projeto para fabricação de fôrmas para execução dos painéis modulares pré-fabricados mistos com preenchimento em EPS;
c) Reflexões sobre a distribuição do canteiro de obras;
d) Área de produção para subprodutos;
e) Produção dos painéis;
f) Logística e transporte dos painéis.
g) Estrutura;
h) Montagem dos painéis *in loco*;
i) Vedação;
j) Laje;
k) Cobertura; e
l) Previsão de Instalações Prediais.

Finalmente, no item Considerações Finais, são apresentadas as conclusões do trabalho e as sugestões para trabalhos futuros, visando a melhoria do sistema construtivo em estudo e suas potencialidades dentro do conceito de customização em massa.
Todas as etapas aqui listadas, apresentaram resultados que incidem o método de customização em massa com o propósito de responder questões empíricas e exatas acerca da ferramenta de projetação em (CM) e seu diálogo (ou não) com as premissas que a arquitetura impõe em sua essência como qualidade entre forma, função e significado.

Os métodos de análise propostos referem-se à qualidade espacial, segundo categorias sugeridas pelos próprios pesquisadores estudados. Através da análise do projeto de arquitetura desenvolvido, discute-se como se tem dado a evolução do desenho dos espaços domésticos, sua expansão e identifica-se as alterações de padrões espaciais e sua relação com a evolução das estruturas familiares.

PEÇA 02

HISTÓRIA DO MÉTODO EM PROJETO, METAPROJETO E O CONCEITO DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA COMO METODOLOGIA

2.

PEÇA 02: HISTÓRIA DO MÉTODO EM PROJETO, METAPROJETO E O CONCEITO DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA COMO METODOLOGIA

> "Do mesmo modo que as tecnologias, os significados podem ser submetidos a um processo de pesquisa e desenvolvimento. [..] o processo que permite a uma empresa inovar o significado de seus produtos é o design, haja vista a existência de uma ligação profunda entre essa atividade, os significados e a inovação."
> Rosane Costa Badan e Edoardo Bianco[2]

Este capítulo divide-se em três subitens e tem o propósito de enquadrar e apresentar a investigação sobre o processo histórico das teorias e métodos de projeto utilizados por projetistas nos seguimentos: design, arquitetura e engenharia. O capítulo também apresenta uma descrição sobre os novos rumos de produção e seus paradigmas, fatores de suma importância para a eclosão da customização em massa no setor da construção civil, tornando-se assim, um dos principais instrumentos desta pesquisa.

2.1. MÉTODO PROJETUAL

Munari (2002) afirma que método em projeto é a representação de operações necessárias, dispostas por uma ordem lógica, ditada pela experiência. Seu objetivo é o de atingir o melhor resultado com o menor esforço.

[2] BADAN, Rosane Costa; BIANCO, Edoardo. **Design Metacriativo: análise de uma estratégia radical no cenário brasileiro.** Artigo apresentado e publicado no Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2014.

Este subitem explora o processo de projeto como método, resumido em um conjunto de experiências, destacar os impactos da sociedade pós-industrial no que tange a arquitetura e sua forma de conceber mediante as fases projetuais e as contribuições de novas ciências desde a década de 40, período de eclosão das teorias matemáticas.

No contexto dessa discussão, serão apresentados projetos que vivenciaram essa era de transição de métodos e necessidades espaciais e tecnológicas. Os projetos ainda não foram selecionados, porém a busca segue na produção do arquiteto João Filgueiras, conhecido como "Lelé", referência nacional em construções pré-fabricadas e espaços de maior flexibilidade.

O fim da Segunda Guerra Mundial resultou na transformação que revelou questões emergenciais no âmbito social, respondendo o constante aumento populacional e do sistema de consumo, reflexos paralelos à construção civil e seu novo modelo de reflexão entre projeto e execução.

Cross (1993) reitera que a aplicação de novos métodos "científicos" aos novos e urgentes problemas da 2ª Guerra Mundial abarcaram tomadas de decisões de gestão técnica e no desenvolvimento metodológico de criatividade na década de 1950, razões que circunscrevem a discussão sobre a arquitetura na era de sua reprodutividade. Diante do exposto, destacam-se dois subitens:

2.1.1. Primeira Geração dos Métodos de Projeto

Em conformidade com o pensamento de Bruna (1976), o surgimento do movimento moderno provém de reconfigurações da sociedade, que dialogam paralelamente à tecnologia, economia e política na Europa a partir do século XVIII, surgindo assim, a Primeira Revolução Industrial.

Bruna (1976) afirma que, após a Primeira Guerra Mundial (1914-1918), aprofundaram-se as pesquisas teórico-práticas sobre os processos construtivos de residências unifamiliares na Alemanha, reflexo de uma forte crise econômica que

permitiu diversas experimentações, fator resultante da massificação de habitações sociais. Lugares de grandes significâncias nesse contexto são Praunheim (Sistema May[3]) e em Munique (Sistema Katzenberger), regiões onde a tecnologia em painéis de fachadas ganhou espaço.

Cross (1993) afirma que a produção do ambiente construído na primeira geração dos métodos de projeto permeia de forma significativa a década de 60, precisamente no início de 1962, onde as discussões sobre recursos de projeto iniciam-se na *The Conference on Systematic and Intuitive Methods in Engineering, Industrial Design, Architecture and Communications* evento organizado por Joseph Christopher Jones, episódio que alinha o pensamento projetual à pensamento sistematicamente ordenado e orientado para definição de estrutura do problema.

Jonas (1996) diante da ideia da primeira geração dos métodos de projeto, afirma que sabemos qual é o problema e o que a sociedade necessita, ou no mínimo, o que é adequado, mas é preciso aperfeiçoar os meios e aproximar-se das soluções. Ser acertivo ou não nos problemas de projeto em arquitetura não é a missão mais difícil, mas sim gerenciar o melhor caminho ou mais apropriado mediante a problemática identificada (ou não identificada).

Em meados de 1960 houve uma revolução nas zonas de conhecimento com a manisfestação de uma nova ótica sobre o humanismo liberal e a negação de valores anteriores, configurando assim uma série de discussões sobre tendências igalitárias e suas reflexões que caminhariam no contexto criativo, industrial, projetual, etc.

.

2.1.2. Segunda Geração dos Métodos de Projeto

Cross (1993), sobre a segunda geração dos métodos de projeto, afirma que é o momento marcado pelo aperfeiçoamento de produtos, precisamente em 1973, Horst Rittel e Webber publicam ''Dilemmas in a General Theory of Planning" e definem os problemas de projeto que explanam a não redução de complexidade

[3] Construção com lajes de concreto pré-fabricadas, usado nos conjuntos habitacionais e Praunheim e Hohenblick, iniciados em 1927.

projetual, inserção do usuário no processo projetual, momento em que o subitem irá destacar a necessidade de estudo da ergonomia, antropometria e proxemia, ambas refletem a necessidade de estudos referentes ao momento em que se é concebida a arquitetura. Em linhas gerais, o intuito deste momento textual é elencar a re-funcionalização e como ela se dá diante da teoria de customização em massa, conceito a posteriori apresentado.

Segundo Bruna (1976) a indústria serviu de subsídio na Primeira Revolução Industrial, fase de substituição de materialidade que não implicassem transfigurações consideráveis na arte e na técnica de construir. Em linhas gerais, período de transformações e reflexões sobre a materialidade e os métodos de projetação, transições calcadas não só na qualidade da obra em arquitetura, mas nos novos meios de produção e apropriação de tecnologias no mercado da construção civil.

Cross (1993) enfatiza minimamente que a primeira geração foi embasada em reflexões respaldadas em métodos científicos, sistematizados e atrelados a pensamentos racionalizados. No início da década de 70 surgem as reflexões que compõem a segunda geração, período em que as tentativas de otimização ajustam-se em segundo plano, juntamente com o poder dos designers, com o intuito de catalisar soluções mais apropriadas e satisfatórias, perspectiva inserida por Herbert Simon em 1969, além de argumentações, onde designers se apropriam do problema e tomam como desafio, compondo um viés representativo da sociedade como cliente e/ou usuário.

2.2. PRÉ-FABRICAÇÃO NO BRASIL - UMA NOVA PERSPECTIVA SOB O PROJETO

O sistema modular por um ótica mais técnica é objeto de reflexão com embasamento na norma 15873, publicada em 2010, principal referência norteadora neste subitem, que manifestou-se com o intento de substituir 25 normas anteriores (Tabela 01).

Tabela 01 - Normas canceladas pela NBR 15873:2010.

NBR 5706: 1997	Coordenação Modular da Construção
NBR 5707: 1982	Posição dos Componentes da Construção em Relação à Quadrícula Modular de Referência
NBR 5708: 1982	Vãos Modulares e Seus Fechamentos
NBR 5709: 1982	Multimódulos
NBR 5710: 1982	Alturas Modulares de Piso a Piso, de Comportamento e Estrutural
NBR 5711: 1982	Tijolo Modular de Barro Cozido
NBR 5713: 1982	Altura Modular de Teto - Piso (entre pavimentos consecutivos)
NBR 5714: 1982	Painel Modular Vertical
NBR 5715: 1982	Local e Instalação Sanitária Modular
NBR 5716: 1982	Componentes de Cerâmica, de Concreto ou de Outro Material Utilizado em Lajes Mistas na Construção Coordenada Modularmente
NBR 5717: 1982	Espaço Modular para Escadas
NBR 5717: 1982	Espaço Modular para Escadas
NBR 5718: 1982	Alvenaria Modular
NBR 5719: 1982	Revestimentos
NBR 5720: 1982	Coberturas
NBR 5721: 1982	Divisória Modular Vertical Interna
NBR 5722: 1982	Esquadrias Modulares
NBR 5723: 1982	Forro Modular Horizontal de Acabamento (placas, chapas ou similares)
NBR 5724: 1982	Tacos Modulares de Madeira para Soalhos na Construção Coordenada Modularmente
NBR 5725: 1982	Ajustes Modulares e Tolerâncias
NBR 5726: 1982	Série Modular de Medidas
NBR 5727: 1982	Equipamento para Complemento da Habitação na Construção Coordenada Modularmente
NBR 5728: 1982	Detalhes Modulares de Esquadrias
NBR 5729: 1982	Princípios Fundamentais para a Elaboração de Projetos Coordenados Modularmente
NBR 5730: 1982	Símbolos Gráficos Empregados na Coordenação Modular da Construção
NBR 5731: 1982	Coordenação Modular da Construção

Fonte: Assosiação Brasileira de Normas Técnias (ABNT), adapato pelo autor, 2018.

A revisão ocorreu com o intuito de otimizar direcionamentos mais específicos frente ao projeto arquitetônico para, em linhas gerais, facilitar a aplicação de conceitos da

Coordenação Modular (CM) e viabilizar a compatibilização de componentes e elementos construtivos a partir de uma padronização em medida, com uma perspectiva de modernização no âmbito da construção civil no Brasil (ABNT, 2010).

Bruna (1996) sublinha que as pesquisas e observações sobre os impasses inerentes à inserção da industrialização no Brasil tem, de forma expressiva, detectado contrariedades em relação a oportunidade no cenário brasileiro.

A verdade é que a história da industrialização no âmbito da construção civil é delineada pela não valorização da mão de obra e remuneração insatisfatória, compondo assim, fundamento imperante por não existir maior interesse em reconfigurar o campo da arquitetura e a construção civil, sendo fatores resultantes pelo não interesse em empregar novas metodologias industrializadas, pois diante dessa perspectiva não há, de fato, conveniência econômica e social que sustente a ideia de transmudar práticas tradicionais (BRUNA, 1996).

"Responder a essas objeções de uma maneira mais rigorosa é preciso analisar os fatores que condicionam o desenvolvimento da industrialização da construção civil no Brasil" (BRUNA, 1976, p. 102).

Von Kruguer (2000) afirma que o Brasil é um dos exemplos de mercado consumidor na era industrial, considerando que a Europa e os Estados Unidos já empregavam as técnicas de pré-fabricação desde meados do século XIX, caracterizando-os em principais fornecedores, reconfigurando o cenário de busca do ouro no Brasil, estágio em que as técnicas na construção civil almejavam durabilidade, considerando que o país era armazém para exportação do ouro à Portugal.

A perspectiva sob a construção não industrializada ganhou espaço após o surgimento do concreto e sua utilização em larga escala que, configurou sua utilização na construção civil no âmbito brasileiro e pelos arquitetos modernistas, em especial na arquitetura brutalista.

As discussões sobre as problemáticas habitacionais são explicitadas desde a revolução industrial, em especial, pelas conjunturas subumanas de vida do

proletariado emergente, que permutava sua mão de obra a favor do agente particular do capitalismo em busca de condições mais dignas de vida e vivência. O modernismo aborda a temática de forma programática como bandeira dos movimentos de vanguarda, sendo assim, a abordagem é disseminada em diversificados contextos, em especial, o político, onde a evolução dos fatos tem sido alinhada nas sociedades que se afirmam democráticas, seja nos regimes populistas ou autoritários, como por exemplo, o nazismo na Alemanha. Para o Brasil, o governo de Vargas proporcionou consideráveis ações do Modernismo nessa conjuntura, e mesmo o regime pós-1964 não desconsiderou a imagem publicitária dos programas habitacionais no país.

Ferreira (2003), discorre também sobre a fase pós-guerra europeu no viés das discussões sobre habitação, porém enfatizando a associação de construção pré-fabricada ao longo de anos à uniformidade e monotonia na arquitetura, sem flexibilidade e de elementos pesados da pré-fabricação que marcaram o período pós-guerra, ápice do surgimento de diversas patologias na construção civil.

Segundo Serra, Ferreira e Pigozzo (2005) em meados da década de 50 já era notório o crescimento populacional, fenômeno que resultou problemas no déficit habitacional, surgindo assim, em 1966 o Banco Nacional da Habitação – BNH, que almejava reduzir o déficit e impulsionar o setor da construção civil.

A década de 60 é marcada pelas construções de diversos conjuntos habitacionais com a tecnologia modular (Figura 01). Vasconcelos (2002) enfatiza a nova forma de projetar e construir, destacando as mudanças que a industrialização da construção civil interviu em vários setores, desde o projeto até o canteiro de obras propriamente dito. O fato é que a pré-fabricação se torna um novo modelo de aplicação e reflexão quanto tecnologia como responsável pelas transformações, inclusive na mão de obra Brasileira, exigindo novas posturas e anseios.

Figura 01 – Montagem de protótipo habitacional, início dos anos 60.



Fonte: Vitruvius, 2001.

Segundo Joachim e Hannemann (2014), no âmbito da construção civil no que tange a habitação no período pós-guerra, destacam se quatro fases:

Primeira fase: Período de reconstrução artesanal e postura pragmática, fase de recursos limitados em decorrência das dívidas da RDA à União Soviética;

Segunda fase: A década de 60 representa um momento de fortes reflexões sobre projeto e tectônica, é o período da otimização e agilidade na construção civil, ápice da indústria do concreto e a disseminação de arquitetura industrializada, em função da falta de mão de obra e da demanda ocasionada pelo déficit habitacional. Nesta fase são observadas questões econômicas, tecnológicas e arquitetônicas, conjuntura que empregou modelo padrão na construção civil, gerando assim, uma unicidade dogmática. Ainda dessa fase, são destacados os pontos negativos, como a falência de indústrias de materiais tradicionais, como tijolo de barro e gesso, além do pouco interesse diante o estado do patrimônio histórico existente.

A década de 60 para o arquiteto "Lelé" é uma fase densa, de constantes experimentações, sendo 20 anos de traquejo com a pré-fabricação em concreto armado. Em evidência os edifícios habitacionais para professores da Universidade de Brasília (UnB) Figura 02 e as edificações do Centro Administrativo da Bahia (Igreja, centro esportivo e secretarias) Figura 03.

Figura 02 – Edifícios de apartamentos para professores da Universidade de Brasília, 1962.



Fonte – Vitruvius, fotografia de Joana França, 2015.

Figura 03 – Centro Administrativo da Bahia, Salvador BA, 1973.



Fonte – Vitruvius, fotografia de Abilio Guerra, 2015.

Para Marques (2015) o período entre a década de 60 a 90 iniciasse uma fase de revisão sobre a aplicação do sistema de pré-fabricados em concreto armado, reflexão que almejava soluções mais leves, o que acarretaria ganhos em tempo de obra e potencializaria a flexibilidade no projeto, proporcionando também, maiores possibilidades de adequação e/ou ampliação, sendo representadas por ideias mais próximas dos modelos tradicionais construtivos (argamassa armada e, posteriormente, em metal).

Terceira fase: Já nos anos 70 (Figura 04), grifado pelo Programa Habitacional que almejava utopicamente resolver o problema do déficit habitacional da RDA até a década de 90, objetivo circunscrito a resolver o problema habitacional atrelado à questões sociais, resumidos a alugueis mais baratos e a limitação da qualidade do ambiente construído. De fato, o programa levou à massificação e a padronização de projetos habitacionais, avolumou os rigores das normas de financiamento, o que resultou em construções verticalizadas de 6 andares sem elevador e apartamentos resumidos a 50 m².

Figura 04 - A chegada da pré-fabricação no Brasil.



Fonte: Vitruvius, 2001.

Quarta fase: Na década de 80 encetou-se, de forma tímida, as reconfigurações dos edifícios até então considerados "padrões" e no sistema construtivo. Fase de melhoria nas políticas de construção, mesmo que cidades já consolidadas, o que elucida uma reversão tardia, porém década de destaque sobre a utilização de

sistemas construtivos industrializados nos centros históricos, elevado índice de edifícios recuperados e modernizados, assim como a elaboração de documentos capazes de impedir demolições que conquistaram resultados internacionalmente reconhecidos, valorizando assim, o patrimônio cultural edificado.

A política habitacional atrelada à pré-fabricação no Brasil ganhou destaque com o programa "Minha casa, Minha vida" e o arquiteto João da Gama Filgueiras Lima, também era conhecido como "Lelé" um dos principais arquitetos em busca da excelência tecnológica e arquitetônica, onde realizou projetos em parceria com o Instituto Brasileiro de Tecnologia do Habitat, parceria sem fins lucrativos em Salvador, Bahia. Um dos seus maiores objetivos foi promover pesquisa e a realização de obras públicas com a pré-fabricação.

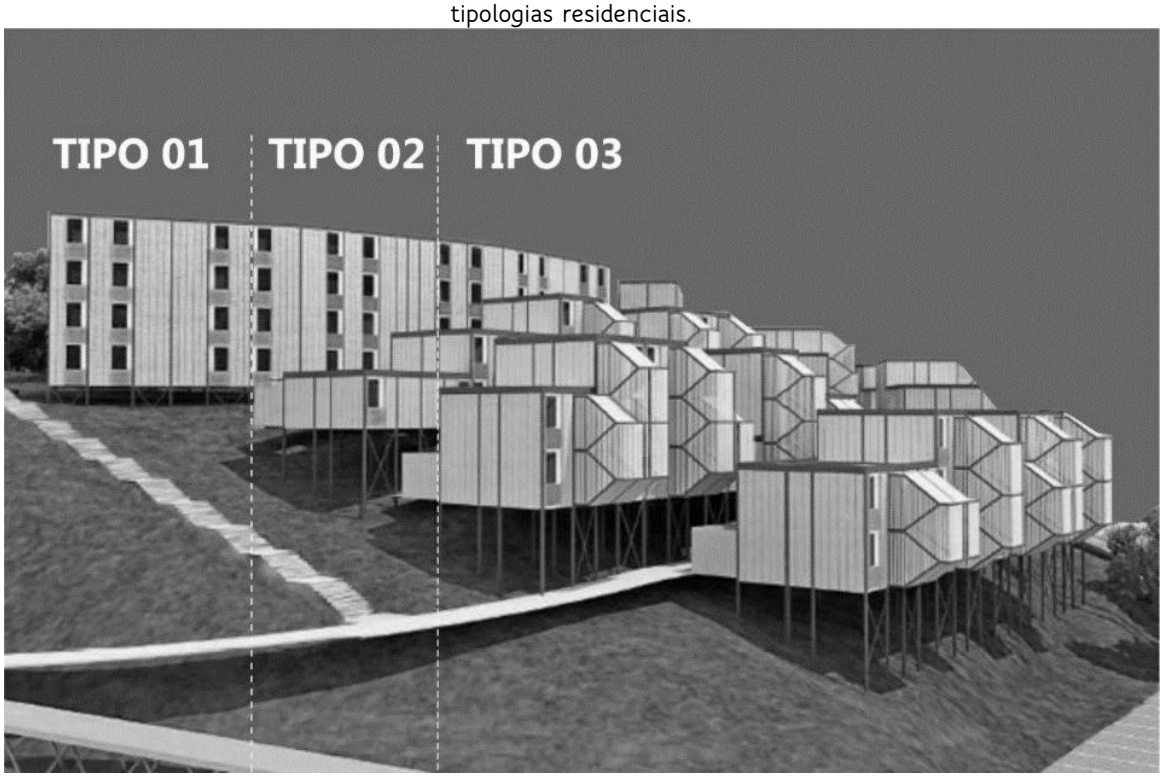
Segundo Pini (2011) o arquiteto Lelé afirmava que um programa de abrangência nacional como o "Minha casa, Minha vida" reivindica por qualidade e industrialização, diálogo paralelo que só acontece com recursos tecnológicos. Um dos seus exemplares e aplicação de pré-fabricação e a proposta para a Favela de Pernambués em Salvador, Bahia (Figuras 05,06 e 07).

Figura 05 – Projeto da Favela Pernambués em Salvador, com sistema de fabricação.



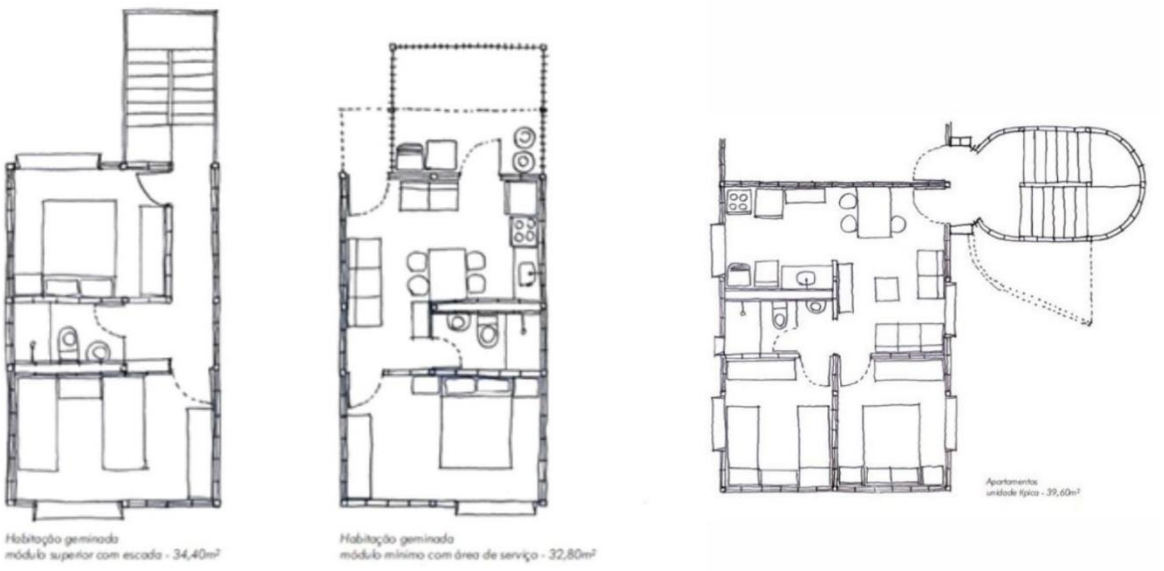
Fonte: Revista Pini, 2011.

Figura 06 – Projeto da Favela Pernambués em Salvador, com sistema de pré-fabricação em três tipologias residenciais.



Fonte: Revista Pini, adaptado pelo autor, 2018.

Figura 07 – Plantas do projeto da Favela Pernambués em Salvador com sistema modular identificado.



Fonte: Revista Pini, 2011.

Os projetos de Lelé para o programa "Minha casa, Minha vida" consideram não só as características locais como topografia e clima, mas também as diversas tipologias residenciais brasileiras, conceito orientador para aplicação da pré-fabricação, simplesmente o diálogo entre projeto, tecnologia, necessidades, memória e a não padronização.

Pini (2011), segundo entrevista com o arquiteto e urbanista "Lelé", mostra a preocupação da tecnologia em diálogo com a mão de obra de cunho participativo, em linhas gerais, unidades habitacionais construídas por quem irá habitar, o que sustenta a proposta do início ao fim no que tange a participação social.

A proposta de "Lelé" na utilização de pré-fabricados na Favela de Pernambués não é restrita as unidades habitacionais, são utilizados também em escolas e creches. O arquiteto interpretava o habitar não só como espaço de moradia, mas como um invólucro de atividades e extensões básicas humanas.

Segundo Vasconcelos (2002), a Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC) tem-se comprometido de forma significativa pela disseminação da indústria de pré-fabricados no ramo da construção civil e tem frequentemente avaliado programas governamentais que preveem o uso da pré-fabricação em projetos arquitetônicos.

Segundo Oliveira (2002), o BNH apadrinhou uma política de desestimulo ao emprego de pré-fabricados no setor da construção civil, especificamente em obras de habitação, na perspectiva de incentivar o emprego maciço de mão-de-obra operária não qualificada. A ABCIC (1980) afirma que essa ação acarretaria o atraso na utilização de recursos industriais nos projetos de arquitetura.

A modularidade proporcionada pela pré-fabricação, enquanto princípio, ordenada pelo modernismo, segue como fator resultante equacionado aos problemas do habitar e suas políticas governamentais. A perspectiva holística socialista na Europa Central Ocidental aparenta ser uma temática destoante das reflexões no Brasil, porém as realizações e as distintas análises entre o passado e o futuro promovem

inquietações mais insistentes, que servem como respaldo na formulação de possíveis novas políticas habitacionais na América Latina, sendo novo instrumento orientador de projeto e o diálogo industrializado do sistema de pré-fabricação.

2.3. O CONCEITO DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA

O termo customização originou-se da palavra *customization* ou *custom-made*, e sua definição no dicionário Collins Cobuild (SINCLAIR, 2006) caracteriza-o como "feito sob medida", ou "feito para atender os requisitos específicos de um indivíduo". Este subitem tem com o objetivo, além de definir o conceito de customização em massa, elencar fatores positivos e negativos na produção da arquitetura e discutir a produção em série, levando em consideração o programa funcional, etapas projetuais e construção.

O autor Sinclair (2006), reforça teorias sobre o conceito de customização em massa e contribui para o entendimento do método. Patrícia Tillmann (2011), agrega o conceito ao aplicar, de forma efetiva, na construção civil, contribuindo com diretrizes e decisões a serem tomadas frente ao contexto em estudo. A rigidez do sistema seriado incorporada, também, pelo automatismo da sociedade, é compreendida e associada pela replicação de objetos iguais, já na série compreendida como corrente de informações, a qual permite, dentro de sua própria versatilidade, produzirem series sempiternamente diversas, independentemente da escala ou número de produção, ações resultantes da pré-fabricação e a customização em massa, sem corromper conceitos e aplicações, por maioria das vezes resultante de especulações imobiliárias.

A produção massificada surgiu diante de um contexto de constantes impasses que que permearam a baixa qualidade do produto e altos investimento, contextuando com segunda geração dos métodos em projeto, a 2ª Guerra Mundial, momento de pesquisa e soluções simplificadas (WOMACK; JONES; e ROSS, 1990). Para os autores, a produção em massa sem a necessidade de adaptações ou ajustes de

peças, simultaneamente com a facilitação de encaixes, possibilitaram a Henry Ford[4], minimizar custos e alcançar vantagem sobre outros fabricantes.

O conceito de customização em massa engrena pesquisas voltadas nas reflexões em oposição à produção em massa, no que tange desde o processo de projeto em arquitetura seguindo uma linha cronológica até a resposta final projetual, em linhas gerais, conhecer o projeto e seus possíveis desdobramentos é o viés rumo a qualidade da edificação e sua apropriação.

A mudança no paradigma da construção atinge, assim, o campo projetual e da manufatura, potencializando a flexibilidade e permitindo maiores rendimentos com intento de atingir as necessidades pessoais dos clientes (SLACK 1987). A Tabela 02 apresenta a construção do conceito de flexibilidade do autor em três níveis diferentes, sendo eles:

Tabela 02 – Flexibilidade dos processos de produção, segundo Slack (1987).

FLEXIBILIDADE DE PRODUTO	A capacidade de introduzir novos produtos ou de realizar modificações existentes.
FLEXIBILIDADE DE *MIX*	A capacidade de variar o escopo de produtos dentro de um determinando período de tempo.
FLEXIBILIDADE DE VOLUME	A capacidade de mudar o volume de saída dos produtos.
FLEXIBILIDADE DE ENTREGA	A capacidade de mudar datas de entrega previamente estabelecidas.

Fonte: *The Flexibility of Manufacturing Systems*, 1987. Adaptado pelo autor, 2018.

A flexibilidade no contexto da customização em massa se apresenta como uma boa ferramenta de gestão e conciliação entre todas as etapas de fabricação de um determinado produto, sendo eficiente em distintos contextos.

[4] Henry Ford foi um empreendedor, fundador da Ford Motor Company e o primeiro empresário a aplicar a montagem em série de forma a produzir em massa automóveis em menos tempo e a um menor custo.

Szwarcfiter e Dalcol (1997), afirmam que a flexibilidade pela ótica da produção de produtos permite a análise da economia de escopo[5], diferentemente da economia de escala[6], que proporciona a produção variada, sem ignorar as vantagens da economia de escala. Os autores referidos explanam as diferenças e vantagens da economia (escopo x escala), em linhas gerais, surge assim a mudança no sistema organizacional da economia na produção de produtos.

Parafraseando Pini (1994), o conceito de customização em massa (CM) origina-se como estratégia para desigualar as empresas/fornecedores diante do cenário segmentado e antagonista. Os benefícios da CM são inúmeros e deve ser observado como um percurso naturalizado das empresas onde esse modelo de processo tem crescido, evoluído e possibilitado a flexibilidade e o aprimoramento em relação a qualidade e custo.

O conceito de customização em massa (CM) surge para contrapor conceitos de massificação, que até então, vem se tornado instrumento de uma sociedade sucumbida pelo mercado imobiliário e de interesses políticos, "colando" cidades homogêneas, sem qualquer preocupação com a identidade socioespacial.

A CM atualmente pode ser considerada com um dos mais importantes recursos no campo da construção civil, uma vez que unifica e potencializa a produção massificada e à singularidade desejada pelo consumidor (PILLER; TSENG, 2009).

Mahfuz (2003) já descreve a flexibilidade diante do conceito de arquitetura universalista, que se resume em possibilidades inesgotáveis de compor o espaço, proporcionando o multiuso e a sistematicidade.

Piller (2003) retrata o corpo social consumidor, identificando que quando maior valor agregado ao produto, maior é a procura. Há uma grande necessidade de o

[5] A economia de escopo acontece quando a redução nesse custo médio se dá pela produção conjunta de mais de um produto ou serviço. Em outras palavras, na economia de escopo, se uma mesma empresa produzir conjuntamente dois bens ela terá um custo menor do que se duas empresas produzirem esses dois bens separadamente.

[6] Economia de escala é um conceito econômico cujo significado é a possibilidade de reduzir o custo médio de um determinado produto pela diluição dos custos fixos em um número maior de unidades produzidas.

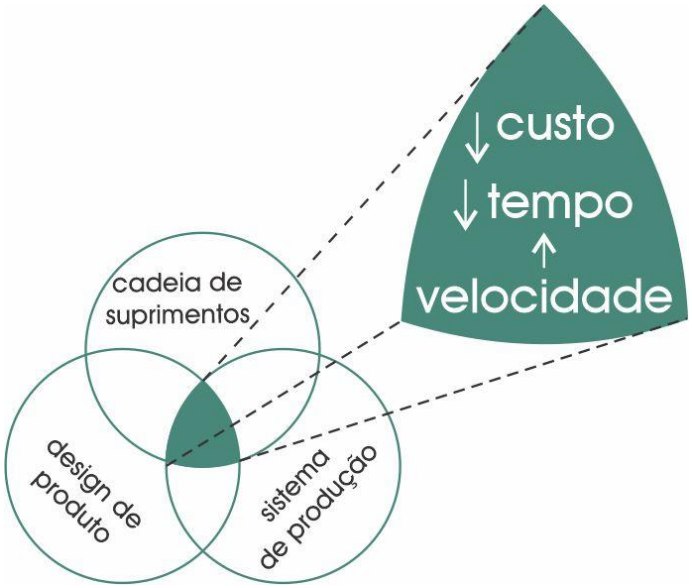
fornecedor dialogar no mesmo nível do projetista e seu cliente, atendendo todas as demandas possíveis, e só assim o conceito de massificação seriada pode ser rompido e efetivando o conceito de CM.

Naboni e Paolleti (2015) destacam a customização em massa (CM) com um método de tecnologia avançada dentro do setor do design e arquitetura, já apontando importantes novas tecnologias que impulsionam inovação e sua inserção no mercado internacional, além de identificar desafios a serem enfrentados na medida em que a construção civil se aproxima de construções massificadas. Os autores também reforçam em *Advanced Customization in Architectural Design & Construction* podem-se ser aprofundadas teorias e práticas na arquitetura e construção, promovendo reflexões na fase de projetação, ferramentas computacionais e meios avançados de fabricação.

Piller (2003) argumenta que a sistematicidade do conceito de customização em massa envolve todo o processo de fabricação e/ou transformação da matéria prima de um determinado produto. Empregar o conceito de CM resulta em um parecer positivo sobre três fatores no processo de fabricação do produto: design do produto, cadeia de suprimentos e o sistema de produção (GURUSWAMY, 2004). A teoria dos fatores acima citados pode ser melhor compreendida imageticamente pela Figura 08.

Os três fatores acima citados muito contribuem nas reflexões sobre as inúmeras configurações possíveis para a construção civil, tanto na parte projetual como na parte de distribuição dos materiais e subprodutos. Na verdade, as reconfigurações no âmbito da construção civil influenciam não só na fabricação de produtos, mas também na redução de etapas que passam a ser otimizadas no processo de planejamento de um determinado produto.

Figura 08 - Três fatores chave do conceito de customização em massa (CM).



Fonte: Guruswamy, adaptado pelo autor, 2019.

Reiterando algumas reflexões, a produção artesanal oferece produtos únicos, adequados as opções do cliente, no entanto por meio de um processo vagaroso e, na maioria das vezes, com um elevado custo. A produção massificada oferece a sociedade produções padronizadas e sem qualquer adaptação, contudo a fabricação é em tempo vertiginoso e possuem reduzidos custos. Já a customização em massa para proporcionar a produção de modelos adaptáveis aos consumidores, com uma produção apressurada e reduzidos custos.

Parafraseando Naboni e Paolleti (2015), o conceito de customização em massa avança além dos dados previamente identificados (processos e meios de efetivar o conceito), é preciso explorar ainda mais, desbravar recursos e meios de trazer a customização e efetivar uma paisagem dinâmica com identidades. Por conseguinte, surgem as discussões sobre metaprojeto e sua importância em planejamentos diante de métodos projetuais.

2.4. REPENSANDO A POSIÇÃO METODOLÓGICA EM PROJETO

A criatividade não é uma aptidão restrita ao campo das artes em geral, ela tem a sua importância em todas as esferas da sociedade como rebatimento e reflexão de novos posicionamentos, inclusive estratégicos. A própria sociedade é a prosopopeia da criação.

Segundo Fuão (2008) a criatividade tem como significado o rompimento da continuidade aos moldes pré-estabelecidos na sociedade, ou seja, a ruptura daquilo que é imposto, instigando o momento de renovação, provocar, de fato, o lado esquerdo do cérebro.

O itinerário projetual, tem como proposição a indispensabilidade de uma ampla pesquisa e reflexão intentando guarnecer elementos ao projetista para que o resultado cumpra as premissas da arquitetura, capaz de atender um leque diversificado de expectativas que regem a produção final de um espaço habitável. Segundo De Morais, 2010, pág. 14:

> "Em uma época se falava em "projeto racional", de "síntese formal", de "ciência e projeto", hoje se fala de "pesquisa projetual", de "metaprojeto", de *concept design*, de *engeneering design*, de "análise de projeto [...]"

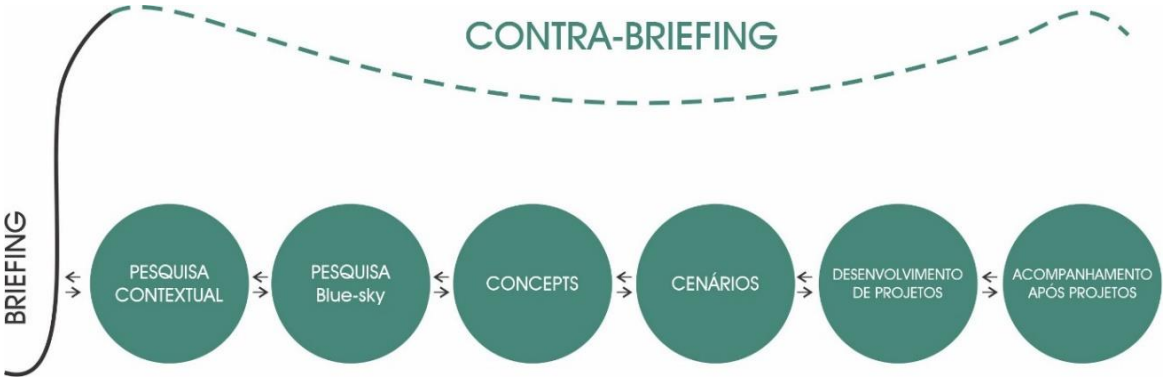
De Morais (2010) afirma que metaprojeto denota como um invólucro de ferramentas que classifica as metodologias dialéticas e dedutivas, também como inúmeros pressupostos. Esta fase, basicamente, se fundamenta em teorias e elucidações pertinentes sobre o processo de planejamento projetual, momento de detecção de problemas, sejam eles projeto ou contextuais.

A teoria de metaprojeto com sua metodologia de aproximação de processos desconectados, se propõe a desmembrar o projeto em diversas faces e, tornando-as etapas gerenciáveis, capaz de proporcionar sua análise individualizada, além de amplificar as chances de alcançar a solução (DE MORAES, 2010). Consequentemente, o metaprojeto manifesta-se como um modelo singular para

contribuir na no processo de projeto em arquitetura e urbanismo com perspectivas do atual contexto da contemporaneidade, desordenado e nutrido de inter-relações.

Com perspectivas frente à teoria de metaprojeto o autor Deserti (2007) enumera sete etapas como principais no desenvolvimento projetual (Figura 09). É valido salientar que não se trata de um recurso engessado e disciplinar, de maneira oposta, concerne a uma ordenação totalmente flexibilizada com retorno da informação e do processo de projeto.

Figura 09 - Representação das fases de projeto segundo Deserti.



Fonte: Deserti 2007, adaptado pelo autor, 2019.

A provocação é combinar o processo de projeto com as noções de metaprojeto, fatores resultantes do itinerário criativo conceptivo (projeto). Lawson (2011) sobre teoria e prática no projeto de arquitetura, questiona o profissional sempre atrelado a teoria, deixando a prática em segundo plano. É correto afirmar que é preciso experimentar mais? Um bom projeto precisa ser ''sentido''? É fato que com as mudanças no âmbito da tecnologia e a história o papel do arquiteto vem se atualizando a cada dia. O que antes era sobejamente conhecido, testado e de eficiência comprovada pelo tempo e pela tradição, passar a ser desconhecido e incerto. Projetar deixou de ser um exercício lógico e passou a permear a complexidade da sociedade contemporânea.

Na conjuntura da arquitetura e urbanismo os aspectos sociodemográficos que sugestionam as demandas habitacionais, nota-se que a configuração familiar tem acarretado mudanças no habitar (TRAMONTANO; BENEVENTE, 2003).

Lawson (2011) orienta que um bom projeto só ocorre com a união de fatores capazes de englobar um vasto leque, desde a física até a psicologia, amplamente respaldados na estética, tecnologia, funcionalidade, atualidade e comunicação. O desdobramento do projeto de arquitetura com base nas necessidades atuais requer constantes reflexões, uma vez que já é difícil projetar para si mesmo, imagine projetar para um cliente.

Munari (1998) afirma que o "método" aplicado em projeto pode ser modificado durante o processo criativo, pois não há um caminho exato de usufruir de um método e isso está atrelado a criatividade, resultado de revisões que podem sempre melhorar o resultado do projeto. Afirma também que o método não é de forma alguma um bloqueio de personalidade, pelo contrário, estimula a descobrir coisas que poderão ser úteis, momentos conhecidos como "acidente" projetual.

A criatividade, como já destacado anteriormente, é independente e fluida, permeia por distintas dimensões, premissas, identidades e métodos. Não há como afirmar qual é o melhor caminho, não obstante existem orientações e procedimentos que podem ser seguidos, mesclados e/ou modificados de maneira pertinente.

"Por isso, é bom fazer uma distinção imediata entre o projetista profissional – que tem um método de projeto, graças ao qual seu trabalho é realizado com precisão e segurança, sem perda de tempo." (MUNARI, 2007, pág. 12). Ainda sobre método, tem-se a customização em massa, estratégia em análise para o desenvolvimento da dissertação, a fim de agregar aspectos positivos e negativos.

Lawson (2011) retrata que os arquitetos e *designers* optam por monitorizar suas ideias, conscientemente ou não, durante o processo de projetual, e que por meio de métodos e táticas, é possível superar obstáculos do pensamento produtivo e criativo nas etapas do desenvolvimento da criatividade.

O viés da realidade tecnológica computacional para Piazzalunga (2005), por exemplo, vem oportunizando intervenções informacionais conceitualmente similares a um volume físico, ou seja, a sociedade passa interagir com tecnologias computacionais. Para exemplificar melhor essa participação do indivíduo com as realidades virtuais tem-se, como exemplo, os óculos de realidade virtual 3D (Figura 10), que se apresenta incorporado como uma tecnologia favorável ao mercado imobiliário, em linhas gerais, é um recurso utilizado para apresentar o projeto a seus clientes, possibilitando maior proximidade do futuro usuário com o produto.

Figura 10 – Óculos de realidade virtual 3D *in loco* das futuras instalações do empreendimento imobiliário Palácio das Águas, Macapá, AP.



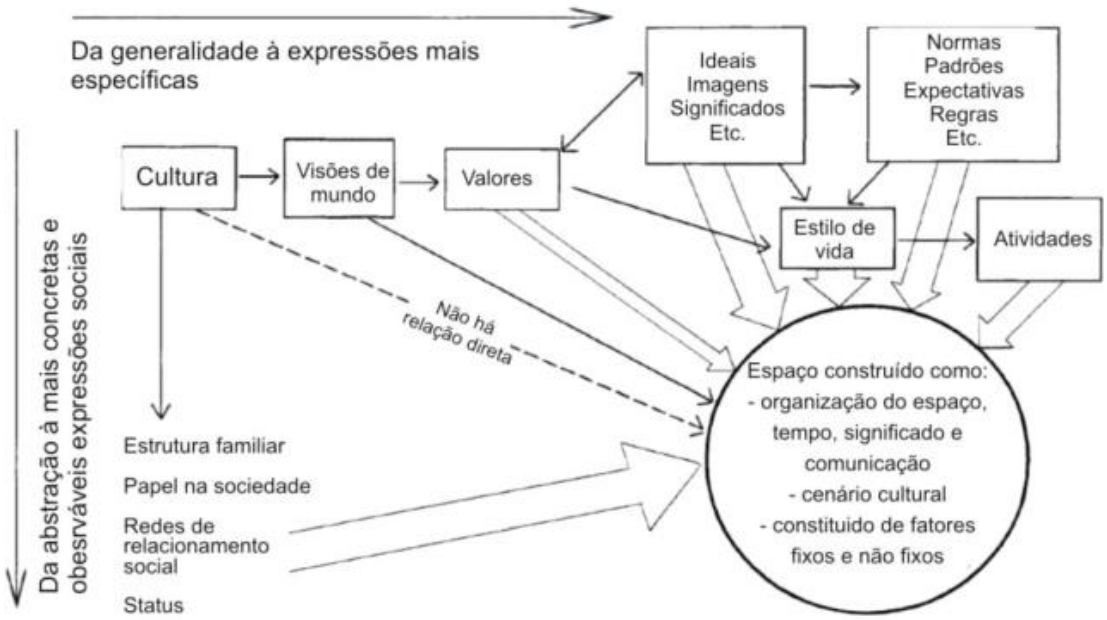
Fonte: Idealiza Urbanismo, 2019.

O processo de projeto não deve ser considerado estagnado, dado que há sempre inúmeras possibilidades, isto posto, a descoberta, inquietação, percepção e novas visões corrompem desenfreadamente alternativas anteriormente encontradas e tomadas como soluções ideias. Lawson (2011) afirma que o processo de projeto é contínuo e questionável, dessa forma, o arquiteto tem como dever extrair novas ideias, já que as anteriores vieram a ser questionadas e inviabilizadas.

2.5. CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA COMO REFLEXÃO NO PROCESSO DE PROJETO EM AQUITETURA

Rappoport (2000) afirma que fatores demográficos e sociais estão atrelados a um conjunto de fatores no que tange a sociedade e seu viés cultural. Reconhece, também, que a cultura é o reflexo dos valores de um indivíduo e capaz de representar seu respetivo estilo de vida, que, de forma concomitante pode-se associar às distintas formas de organização social e espacial, conjunto de fatores que podem ser reflexos na maneira como as construções, especificamente as habitações, são construídas, organizadas e utilizadas, ou seja, espelho das preferências pessoais (Figura 11).

Figura 11 - Modelo de relações e expressões culturais x requisitos habitacionais.



Fonte: Rappoport, 2000.

Tratar o conceito de customização em massa (CM) sem compreender as necessidades pessoais é o mesmo que não aplicar a teoria. As perspectivas espaciais são relativas e a tomada de decisão o reflexo das demandas e necessidades intrísecas.

Naboni e Paoletti (2015) afirmam que tratar o produto isolado sem considerar os desejos do cliente é o mesmo que perder o significado do processo conceptivo no método de customização em massa (CM). Um dos grandes desafios diante do exposto é considerar os desejos dos clientes nas construções de conjuntos habitacionais horizontalizados e verticalizados.

O conceito de customização em massa (CM) tem em sua teoria não só a relação do cliente e o produto, mas também na adaptabilidade, em linhas gerais, na construção civil é o mesmo que idealizar um projeto com perspectivas futuras de ampliação, modificação, adapatção, etc.

Um dos exemplos de envolvimento dos clientes no processo de projeto e construção por meio de multirões é o Conjunto Habitacional COPROMO (Figura 12) do escritório de arquitetura USINA. O conjunto habitacional além de contar com a participação dos moradores proporcionou a participação dos mesmos na implantação e distribuição dos apartamentos, proporcionando a possibilidade de amigos ficarem no mesmo andar ou até mesmo no mesmo prédio, respeitando, inclusive, a memória afetiva da comunidade.

Figura 12 – Mutirantes trabalhando nas obras do COPROMO em 1993.



Fonte: Usina CTAH, 1993.

Montaner (2001) afirma que, na década de 50, contatou-se a necessidade a aproximar a sociedade da arquitetura em decorrência das grandes transformações nesse período. Os elementos como diversidade cultural, tradição, fatores preexistentes ambientais, entre outros, são respaldos do discurso de que arquitetos que não pensavam a arquitetura como elemento isolado do homem e sua atmosfera. A aproximação entre cliente e projetista seria, nesse sentido, uma forma de dialogar durante o processo de projeto? A necessidade de aproximar a arquitetura do homem sendo uma das reflexões da década de 50 é o fator resultante da racionalidade e funcionalidade apresentadas anteriormente.

Naboni e Paoletti (2015) defendem que o processo criativo deve se ajustar aos desejos do cliente de forma concomitante, pois só as sim o projetista se aproxima do ideal. Basicamente é imaginar o profissional interagindo com o cliente durante o processo de projeto de forma direta, um método parecido com o do psicólogo, por exemplo, sabe-se que o psicólogo não consegue trabalhar sem estar com seu cliente durante a sua análise, é um diálogo fundamentável, insubstituível.

A viabilidade do processo de customização em massa vai além das mãos de um projetista, seus "instrumentos" os auxiliam na prática genuina desse conceito. Em linhas gerais, a CM é guiada por softwares de desenho e modelagem capazes de otimizar todo o processo conceptivo e especulativo, independentemente do sistema ou técnica construtiva.

Diante dessa discussão é possível reconhecer que a CM aplicada por meio de desenhos manuais proporcionaria, em alguma momento, bons resultos, porém considerando a grande produção de peças, conexões, mão de obra e as vantagens a curto prazo seria possível sem a utilização de importantes *softwares* de representação gráfica, como por exemplo: *Autocad, Revit, Sketchup,* etc.

Naboni e Paoletti (2015) afirmam que o projetista deve se adaptar a novas realidades, possibilidades projetuais e buscar meios capazes de envolver os clientes durante esse processo, que por sinal, não é um objetivo fácil de ser alcançado.

Em virtude dos fatos e autores mencionados, entende-se que o processo de projeto em arquitetura contemporânea, independentemente de se considerar a CM ou não, é o resultado de discussões históricas e tecnológicas (caminham paralelamente) que catalisam os diversos níveis e métodos necessários, surgindo assim amplos debates sobre a especialização do projetista e sua adaptação na sociedade contemporânea.

Ainda sobre, é possível afirmar que projetista deve se inserir como um profissional sociotécnico[7], atrelando a sua criatividade técnico-cognitiva e o processo de produção.

Piller (2003) afirma que quanto mais customizado o produto for, maior o investimento para atender as necessidades. Diferente das ideias apontadas por Piller, os demais autores aqui citados apresentam pontos positivos e viáveis para a utilização da CM no processo de projeto. O método é inserido desde a etapa ideológica do projeto até a sua concepção final, cabendo ao projetista ordenar conceitos, métodos e necessidades básicas, o primeiro grande desafio desta pesquisa.

Ainda que a evolução de métodos e conceitos não tenham alcançado o significado do *design*, uma vez que ele tenha atravessado obstáculos, como por exemplo, os projetos definidos em formas e funções, bem como avanço na produção massificada.

Em virtude dos fatos relacionados é possível afirmar que o *design* industrial está desassociado da ideia unicamente estética ou à necessidade de produção

massificada, mas direciona para a dimensão projetual e agrega elementos funcionais, culturais e simbólicos alinhados a técnico-construtivos, técnico-sistêmicos, técnico-econômicos, técnico-distributivos ao projeto, critérios integrados ao processo de processo por meio da customização em massa.

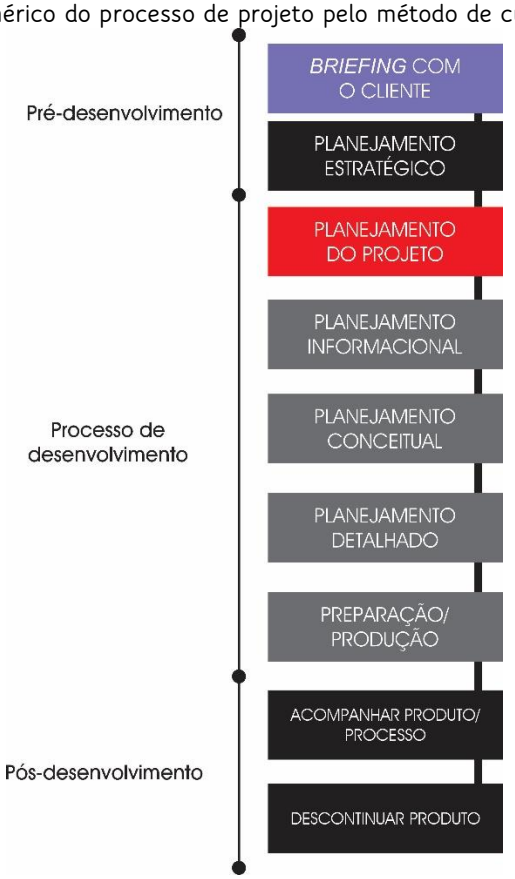
[7] Sistema Sociotécnico no desenvolvimento organizacional é uma abordagem do projeto de trabalho organizacional complexo que reconhece a interação entre as pessoas e a tecnologia nos locais de trabalho. O termo também se refere à interação entre as complexas infraestruturas da sociedade e ao comportamento humano.

Sobre o projetista e seu preparo para o mundo dos desafios, processos e métodos, Celashi, 2007, pág. 25 afirma:

> "A esse saber acrescentamos o estudo dos problemas que aparecem na dimensão metaprojetual do processo de inovação, ou seja, a dimensão que prepara e consolida o saber do projetista para levá-lo a mover-se com desenvoltura nos mecanismos que regulam os fluxos de valores, as dinâmicas de negócio no mercado, o dimensionamento e a caracterização 5 dos desempenhos (também não tangíveis) das mercadorias."

A customização em massa (CM) por Naboni e Paoletti (2015) orienta arquitetos, engenheiros e designers: a coleta de dados, capaz de traduzir informações de relevância para o projeto, todavia que não encurte a capacidade do projetista de ir além do projeto, organizar, modificar, modelar , adaptar o processo e suas fases, para torná-lo habilitado a cumprir os objetivos previamente definidos. A Figura 13 descreve o processo projetual considerando o conceito de customização em massa:

Figura 13 – Modelo genérico do processo de projeto pelo método de customização em massa.



Fonte: O próprio autor, 2020.

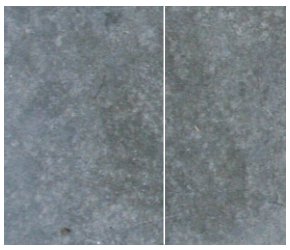
Os seguintes aspectos foram observados: Planejamento estratégico – é a sistematização informação do projeto após a coleta de dados com a participação do cliente; Planejamento do projeto - ajustes entre os dados coletados, programa funcional e a primeira participação do processo criativo (reflexões acerca das necessidades em geral); Planejamento informacional - coleta, analise e provimento de informações gerenciais para a tomada de decisão; Planejamento conceitual - preparo de diretrizes projetuais para se obter a resposta formal adequada ao contexto já identificado; Planejamento detalhado - a compreensão do projeto e todas as suas partes (plantas, cortes, vistas, detalhes, especificações, projetos complementares etc.), basicamente corrigindo e retomando ajustes, caso necessário; Preparação/produção - gerenciamento da obra; Acompanhar produto/ projeto - supervisão; e Descontinuar produto - a critério e responsabilidade do cliente pós-desenvolvimento, em linhas gerais, customizar o customizado.

Diante do exposto, é possível compreender que a fase do pré-desenvolvimento (etapa destinada a alinhar estratégias de planejamento) além de seu acompanhamento após seu desenvolvimento, há fatores que proporcionam a realização de mudanças não previstas anteriormente e a retroalimentação no que tange o clico de vida de um determinado produto, técnica sistema a ser utilizado.

De Morais (2010) afirma que o metaprojeto também permite aos encarregados da organização constatar quão melindroso é um processo inovador e que ele necessita do envolvimento de toda a equipe, criando uma cultura metaprojetual.

Para a elaboração de projetos arquitetônicos com potencial no que tange a renovação nos sentidos, contextos e que tenham em si a inovação é preciso repensar em como se projetar e quais ferramentas utilizar, bem como refletir sobre técnicas e sistemas construtivos e para isso o conceito de customização em massa (CM) se apresenta como uma profunda reflexão sobre o projeto e suas variáveis, não se restringindo ao produto entregue, mas seus possíveis ajustes e ampliações futuras.

O método de customização em massa (CM) não é composto de uma única característica, vem como uma reposta a uma sociedade dinâmica e fluida em constantes transformações culturais, econômicas e tecnológicas. Por seu caráter reflexivo, a CM é mais que um método, mas tem que se considerar que há uma característica determinante em sua definição: a importância de analisar o projeto, sua retroalimentação, as retomadas em todas suas fases (pré-projetual); durante o projeto; e após o projeto, visando sempre o aprimoramento da resposta formal arquitetônica.



PEÇA 03

SISTEMA CONSTRUTIVO - PAINEL TIPO SANDUÍCHE MISTOS DE CONCRETO ARMADO COM NÚCLEO EM EPS



3.

PEÇA 03: SISTEMA CONSTRUTIVO - PAINEL TIPO SANDUÍCHE MISTOS DE CONCRETO ARMADO COM NÚCLEO EM EPS

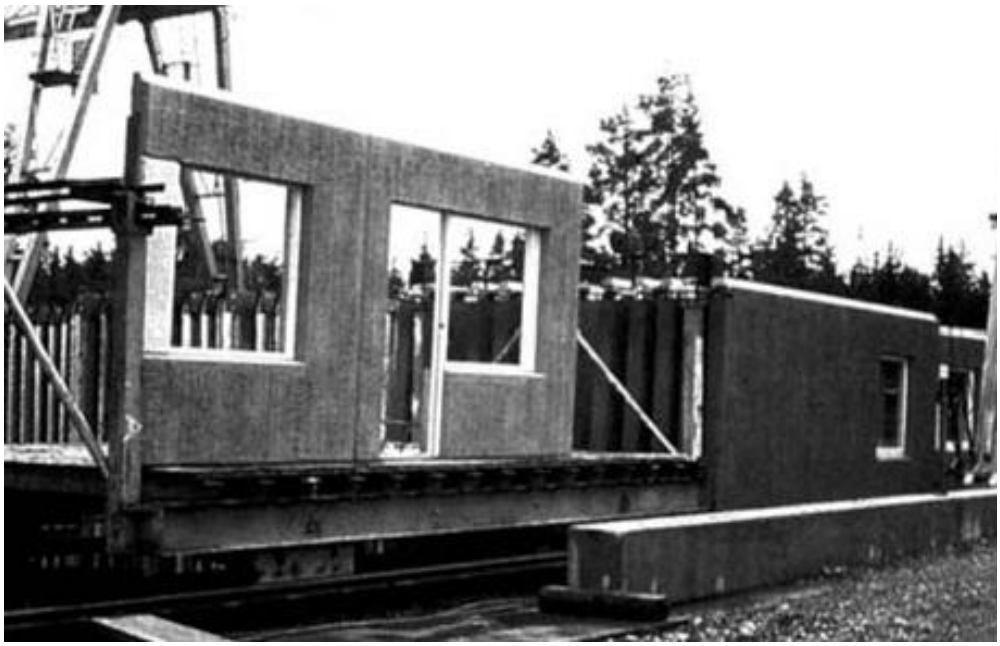
> Seria necessário lembrar que a ortogonalidade então proposta, associada às ideias de racionalização das construções e ao uso extensivo do concreto armado e do aço como materiais modernos por excelência, tornou-se, desde então, o norte de toda a indústria da construção que, por sua vez, passou a conceber inúmeros sistemas construtivos reunindo componentes cujo desenho baseia-se, muito frequentemente, na geometria plana e nas ligações a 90 graus (TRAMONTANO, 2016, página 02).

3.1. HISTÓRICO E CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS PAINÉIS SANDUÍCHE

Collins (1954) alega que o termo "sanduíche" foi empregado pela primeira vez na construção civil no século XIX por Willian Fairbairn[8] na construção de pontes compostas por painéis de concreto com núcleo de madeira. Collins (1954) também afirma que a cultura e utilização dos painéis tipo sanduíche se deu devido a iniciativa dos americanos que, no século XX, testaram um modelo de painel sanduíche conhecido como *Tilt-Up* (Figura 14).

[8] Foi um dos principais engenheiros fabricantes internacionais de fábricas, navios de ferro, guindastes e locomotivas.

Figura 14 – A painel de concreto *Tilt-Up* como opção de pré-fabricação.



Fonte: Tecnologia da Pré-Fabricação, 2019.

Os painéis *Tilt-Up* são paredes inteiras moldadas horizontalmente e, de preferência, próximas ao local definido para execução do projeto de arquitetura, onde são içados na posição vertical após a pré-fabricação e cura.

O sistema *Tilt-Up* fundava-se em "modelar" o concreto em fôrmas que, sequencialmente, seriam içadas juntamente com o painel. Fonsêca (1994) relata que o "efeito sanduíche" nesse contexto se dava por intermédio da moldagem da placa inferior de 50 mm com uma lâmina de areia na mesma proporção. A verdade é que a função da areia nesse contexto era auxiliar na produção da segunda placa e, durante o içamento do painel essa camada de areia era removida.

Tilt-Up Construction (2019) destaca que o método *Tilt-Up* se tornou uma das grandes referências emergenciais no fina da II Guerra Mundial, período que surgiram guindastes móveis, o que facilitou o manuseio e aplicação do sistema construtivo.

Collins (1965) afirma que a demanda por edifícios residenciais, comerciais e industriais aumentou significadamente na II Guerra Mundial. O período pós-guerra,

no âmbito da construção civil e da industrialização, visou o conceito de economia e tempo.

A II Guerra Mundial e o período pós-Guerra, ambas as fases relacionadas com a reconstrução das cidades, descrevem a utilização de novos recursos em prol do ocorrido e da eficiência na estruturação de novos espaços a curto prazo.

Tilt-Up Constrution Association (2016) reconhece que o sistema construtivo obteve conhecimento mundial com sua aplicação em grandes obras, como por exemplo os galpões industriais e, nos últimos anos, obteve reconhecimento de qualidade na aplicação em obras verticais e de alto teor de complexidade (Figuras 15 e 16).

Figura 15 - Edifício vertical dormitório da *Florida International University* feito com o sistema *Tilt-Up.*



Fonte: *TILT-UPTODAY,* 2019.

Figura 16 - Edifício vertical dormitório da *Florida International University* feito com o sistema *Tilt-Up* com instalações elétricas finalizadas.

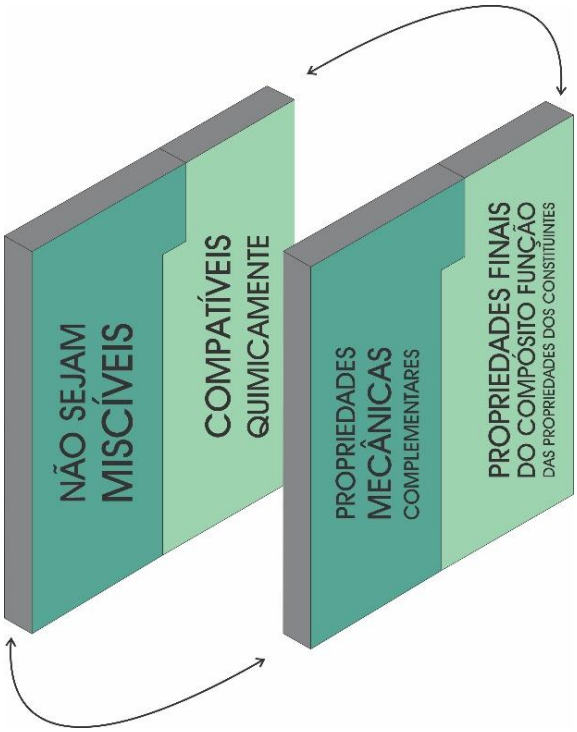


Fonte: *TILT-UPTODAY,* 2019.

A reflexão sobre o desempenho dos materiais nas primícias do século XXI é um fator resultante dos constantes avanços da tecnologia e as reconfigurações da sociedade, exigências que visam estabelecer um melhor desempenho no seu custo-benefício, aplicação e atividade diante do contexto que se é inserido. Fonsêca (1994) afirma que a modularidade pode ser vista como a solução de muitos problemas no canteiro de obras por serem analisados antes do seu emprego na construção civil.

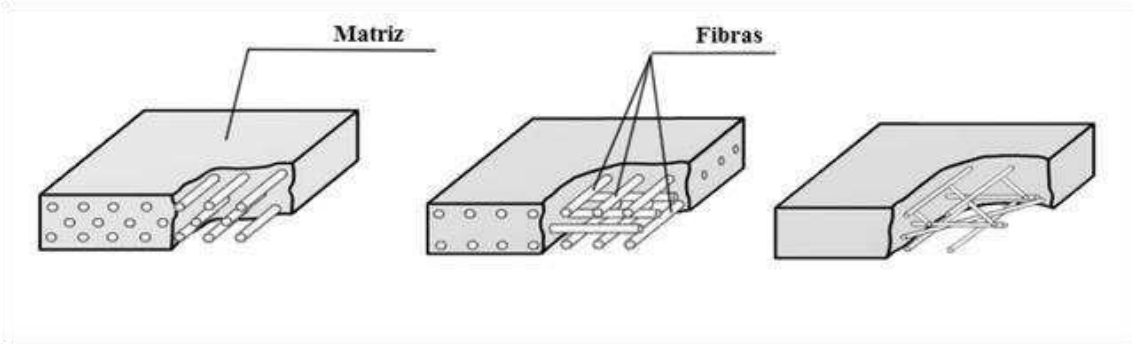
Segundo Moraes (1997) o termo 'material compósito" surgiu em meados do século XX, como uma promissora classe de materiais na construção civil. A indústria avança com o uso de novos materiais construtivos por meio de métodos e processos de produção e programas de qualidade total. Em meio a essa discussão, temos a utilização de materiais compósitos, material resultante da combinação de dois ou mais materiais que, combinados e dispondo de uma superfície de contato adequada, engendram um novo produto. As Figuras 17 e 18 apresentam as características que compõem o material compósito:

Figura 17 - Diagrama explicativo sobre as premissas que compõem o material compósito.



Fonte: O próprio autor, 2019.

Figura 18 - Estrutura de materiais compósitos com alguns dos possíveis arranjos das fibras.



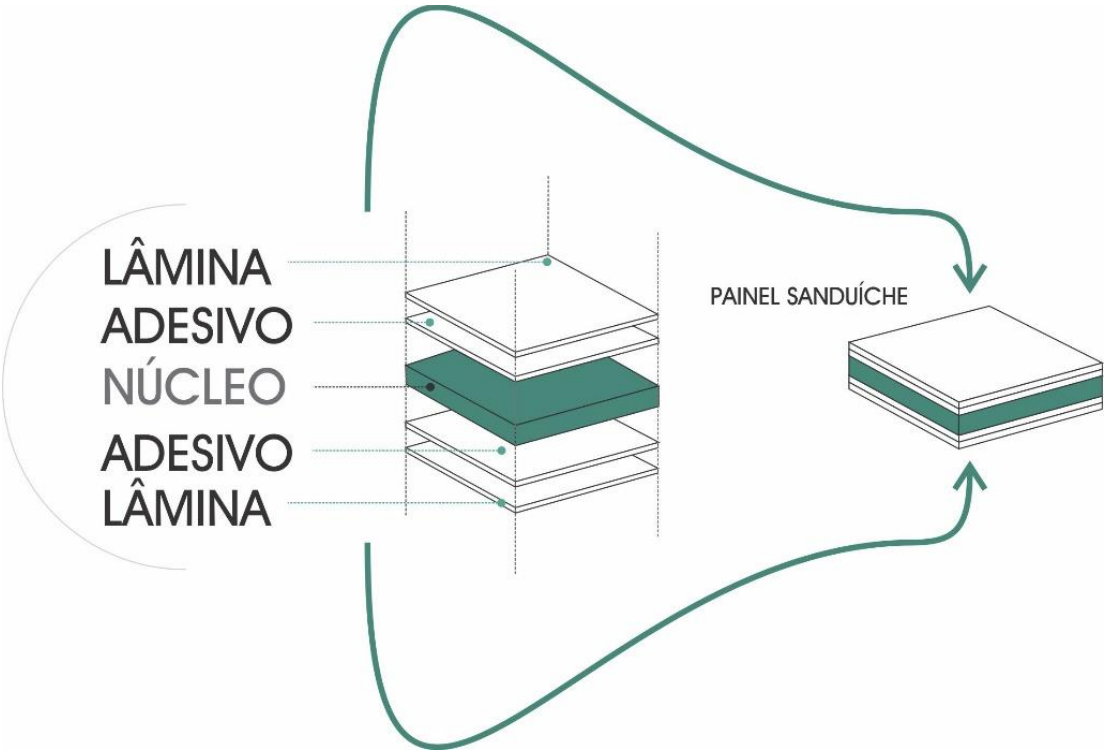
Fonte: Betaeq, adaptado pelo autor, 2019.

Fonsêca (1994) afirma que novas perspectivas surgiram no intuito de culminar novas experiências nas estruturas formais e estruturantes no cenário da construção civil e, o material compósito tem sido um dos rumos para tais reconfigurações mercadológicas.

Bertini (2002) classifica as paredes tipo sanduíche como uma estrutura multiforme composta por duas ou mais camadas de materiais múltiplos, fazendo com que o agrupamento possua um alto teor potencial em condições estruturais, não se restringindo ao material em si, mas sua locomoção para aplicação.

A busca por um material leve, rígido, resistente e de fácil manuseio tem expandido a pesquisa e criação de materiais compósitos, dos quais os painéis sanduíches com núcleo em EPS firmam um exemplo de painel tipo sanduíche, que é constituído por uma estrutura de cinco camadas, sendo elas: duas de lâminas finais, rígidas e resistente, unidas por um núcleo de baixa densidade e menos rígido (Figura 19):

Figura 19 - Constituição de um painel sanduíche.



Fonte: O próprio autor, 2019.

3.2. REFLEXÕES CONTEPORÂNEAS NO ÂMBITO DA CONSTRUÇÃO CIVIL MODULAR

3.2.1. Norma de Desempenho das Edificações – NBR 15575

A NBR 15.575, intitulada "Edificações habitacionais – Desempenho", conhecida como "Norma de Desempenho" reúne novos moldes de eficiência para construção de edificações, sendo uma das mais relevantes auto-regulamentações técnicos já fomentadas pelo setor econômico brasileiro.

Segundo NBR 15.575 (2013) a nova resolução visa requisitos básicos de qualidade do ambiente construído, cujo o foco é o resultado, vertente internacional que designa exigências mínimas de qualidade pós ocupação, reformulação que propõe assegurar o bom desempenho da edificação ao longo de sua vida útil, assim

contribuindo pela preservação não só do patrimônio, mas os direitos de quem adquire.

A NBR 15.575 é um dos apoios de extrema relevância no desenvolvimento dos projetos de arquitetura, principalmente nos critérios de durabilidade e manutenção, considerando que os ensaios de projeto, a priori, visam previsões futuras de expansão.

O projetista como um dos maiores intervenientes deve estabelecer indicações em seus respectivos memoriais, desenhos e a vida útil de projetos em todos os sistemas que constituem a construção civil.

A referida norma é orientadora e auxilia equipes nas alterações necessárias em projeto de arquitetura dentre outros, caso necessário, geralmente resume-se em adequações projetuais e análises minuciosas em notas técnicas de projetos, que normalmente não consomem elevados recursos. Outra vantagem são os critérios de ensaio laboratoriais para validação de um sistema executivo, resumindo, alguns desses ensaios são orientados a serem realizados em parceria com os fornecedores por dois principais motivos: validarem i*n loco* e gerarem o laudo para ambas as partes (cliente e fornecedor). Sobre os ensaios, tem-se alguns exemplos técnicos da NBR 15575 como requisitos básicos para construções em grande escala:

A) **Ensaio Estrutural:** Basicamente não há ensaios específicos, exceto os já então preconizados na NBR 6118, específica para projetos estruturais;

B) **Ensaio Térmico:** Este tipo de ensaio se restringe a processos básicos de medição da diferença de temperatura interna e externa com a utilização de um medidor (termômetro específico);

C) **Ensaio Acústico:** Este ensaio para ser validado inclui: alvenaria; revestimentos; acabamentos em geral; laje; forro; piso; acústico; caixilho de alumínio; posta de madeira; dentre outros (É válido ressaltar que, se de fato todos os itens acima são aplicados na construção, caso algum não seja, ele é desconsiderado nesta lista para avaliação). Geralmente o processo de análise limita-se a uma análise restrita a

sistema de vedações verticais, horizontais e seus respectivos revestimentos, viabilizando a aplicação em conformidade com a referida norma;

D) **Ensaio Lumínico:** A norma não preconiza ensaios específicos, sendo responsabilidade de normas específicas;

E) **Estanqueidade:** Esses ensaios estão previstos para impermeabilizações nas Normas Brasileiras: 9574 e 9675;

F) **Durabilidade e Manutenibilidade:** O respaldo da durabilidade é encontrado e comprovado nas especificações dos materiais fornecidos pelos fornecedores e pela execução in loco, cumprindo todas as exigências necessárias. Já a manutenibilidade não definidas, quando em grande escala, por um manual do proprietário; e

G) **Conforto Tátil e Antropodinâmico:** Análises do projeto considerando o memorial descritivo do empreendimento.

Além do bom desempenho das edificações é preciso definir o sistema construtivo e seu processo de concepção, e para a presente pesquisa tem-se a norma de coordenação modular NBR 15873, como já citado brevemente anteriormente, mas agora com um olhar específico para tal contexto e sua relação com o processo de projeto.

3.2.2. Norma de Coordenação Modular – NBR 15873

Em concomitância com a NBR 15575, a NBR 15873 – Norma de Coordenação Modular orienta-se das exigências aqui pré-estabelecidas, se resumindo em: O sistema modular por uma ótica mais técnica é objeto de reflexão com embasamento na norma 15873, publicada em 2010, que se manifestou com o intento de substituir 25 normas anteriores.

A revisão ocorreu com o intuito de otimizar direcionamentos mais específicos frente ao projeto arquitetônico para, em linhas gerais, facilitar a aplicação de conceitos da Coordenação Modular (CM) e viabilizar a compatibilização de componentes e

elementos construtivos a partir de uma padronização em medida, com uma perspectiva de modernização no âmbito da construção civil no Brasil (ABNT, 2010).

A Norma estabelece seis diretrizes, sendo elas: o módulo básico; a medida de coordenação modular de elemento/componentes; medidas de fabricação; posicionamento do elemento/ componente num sistema de referência, os multimódulos e os incrementos submodulares. Sobre outros contextos significativos na construção civil, tem-se:

3.2.3. Construção Enxuta

Segundo Conte (2009), em 1992 surgiu um movimento internacional com o intento em desenvolver técnicas e ferramentas que proporcionassem a aplicabilidade de modelo de gestão da produção construída pela manufatura japonesa, nesta hora, em obras no campo da construção civil.

Conte (2009) observa que em outros países das América do Sul e Norte, além do Brasil, incorporaram neste movimento: Chile e Estados Unidos no grupo de pesquisadores do *International Group For Lean Construction*[9] (IGLC), onde definiram modelos a serem implementados que pudessem reverenciar especificidades.

(ROCHA *et al,* 2004) analisam o Brasil nesse agente, como um país compromissado em fazer da Gestão da Qualidade Total (GQT) uma prática na conjuntura da construção civil. Uma das maiores motivações é o mercado competitivo estrangeiro.

A Gestão de Qualidade Total (GQT), trouxe inúmeros benefícios, mas ampara de forma fragmentada as necessidades da indústria corporativa, considerando que seus princípios e conceitos não apresenta indagações relacionadas à competência e o êxito do sistema de formação (FORMOSO, 2002).

[9] Fundada em 1993, a IGLC é uma rede internacional de pesquisadores de prática e academia em arquitetura, engenharia e construção (AEC) que acredita que a prática, a educação e a pesquisa da indústria de AEC precisam ser renovadas radicalmente para responder aos desafios globais futuros.

Este período é marcado pelas iniciativas no Brasil de promoção da qualidade do ambiente construído, resultando no progresso de estudos científicos e contemplações nas NBR's na área da construção civil (MELHADO, 2001).

Diante desse contexto, a Gestão de Produção passa a ser instrumento de reflexão diante das particularidades do setor. A *Lean Constructions* [10]é um viés de reflexão alicerçado na *Lean Production*[11], que se manifesta para contrapor a produção em massa coagida pelo Fordismo e Taylorismo.

O Sistema Toyota de Produção (STP) diante do estudado é o pensamento de gerenciamento que visa aprimorar a organização de forma a responder as necessidades pessoais do cliente a curto prazo, na mais alta qualidade e baixo custo possível. Não considerando o modelo de construção enxuta como um conjunto de técnicas a um processo construtivo convencional, mas sim uma nova visão de método.

3.2.4. Construção Racionalizada

O processo de racionalização da construção compreende todos os diagnósticos prévios dos possíveis motivos que impossibilitam o contínuo andamento da execução de uma obra, assim como o invólucro de práticas que devam ser tomadas intentando à potencialização dos recursos humanos, temporais, materiais e econômicos permissíveis na obra, gerando o produto final de maior durabilidade e qualidade dentro de prazos previstos.

Para Vale (2006) o propósito da racionalização como fator integrador de métodos e qualidade vai além do pressuposto técnico e formal da arquitetura, proporciona uma maior segurança, saúde e circunda questões e interesses ambientais que possibilitam maior controle das fases projetuais no paralelo entre manutenção e nas alterações pós-ocupação. Rosenblum *et al* (2007) perfizeram que os argumentos sobre políticas operacionais com investimentos e mudanças nas aptidões do projeto

[10] Construção enxuta.
[11] Produção enxuta.

com planejamento integrador, corroboram e se correspondem às políticas de mão de obra e qualidades acordadas e avaliadas em sua ocupação.

3.3. COMPONENTES CONSTRUTIVOS DOS PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS MISTOS DE CONCRETO ARMADO COM NÚCLEO EM EPS

Como material de construção, o painel tipo sanduíche com núcleo em EPS permite uma vasta diversidade de aplicação na construção de estruturas (por ser autoportante), pisos, vedações, estruturas de telhados, dentre outros. Os estudos e abordagem surgem em discussão com o professor Dr. Janes Cleiton Alves de Oliveira, engenheiro civil, orientador desta dissertação e criador dos referidos painéis, patente atualmente de posse da Concrefato, Indústria que muito contribuiu durante as visitas técnicas. Este trabalho promove diálogos importantes entre arquitetura, design e engenharia civil.

É comum a utilização de outros materiais justamente com os painéis tipo sanduíche com preenchimento em EPS que juntos, são capazes de compor o projeto arquitetônico. Os principais materiais utilizados nesta composição são: concreto (lâminas externas), treliças nervuradas (horizontais e verticais), núcleo em EPS além estruturas de fretagem que são utilizadas para minimizar as tensões como os ganchos de aço para o içamento do painel (Figuras 20,21 e 22).

Figura 20 – Maquete 3D do painel sanduíche mistos de concreto armado com núcleo em EPS com o vão da porta, conduíte elétrico e os incertos com treliça nervurada.



Fonte: O próprio autor, 2019.

Figura 21 – Painel sanduíche pré-fabricado mistos de concreto armado com núcleo em EPS sem emboço e reboco sendo içado.



Fonte: Indústria Concrefato com registro do próprio autor, 2019.

Figura 22 - Painel sanduíche pré-fabricado mistos de concreto armado com núcleo em EPS sendo içado após fabricação.

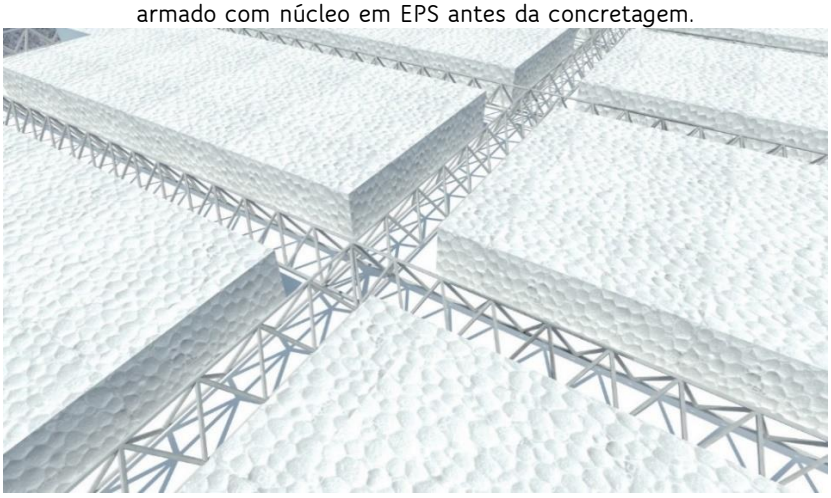


Fonte: Indústria Concrefato com registro do próprio autor, 2019.

O sistema autoportante dos painéis tipo sanduíche de verdação com núcleo em EPS é caracterizado, morfologicamente, por insertos treliçados (Figuras 23 e 24),

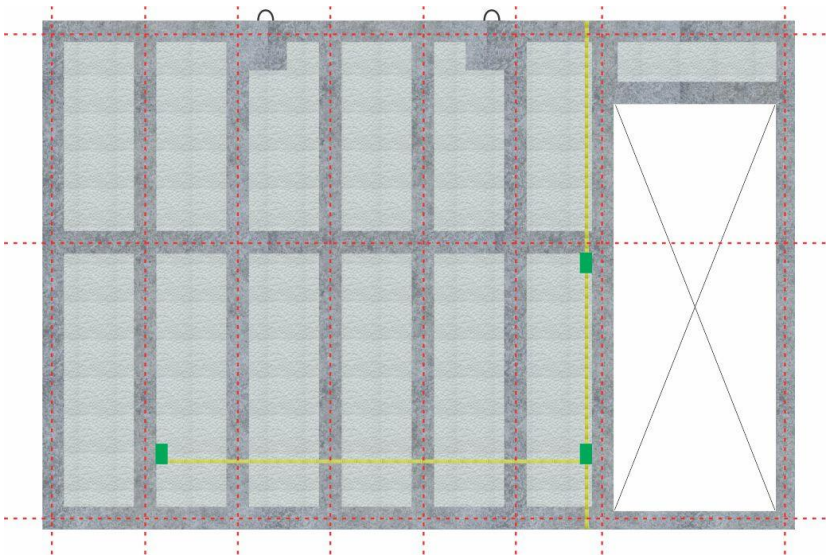
resumidos à uma estrutura metálica de amarração distribuída uniformemente, cuja sua seção é feita em material metálico, sendo o aço predominante nesse processo, ou seja, sua resistência sendo verificada conforme a quantidade de carbono em sua composição, entendendo que, quanto mais o uso de carbono, maior será a sua resistência à esforços.

Figura 23 – Insertos de treliça nervurada dos painéis sanduíches de vedação mistos de concreto armado com núcleo em EPS antes da concretagem.



Fonte: O próprio autor, 2019.

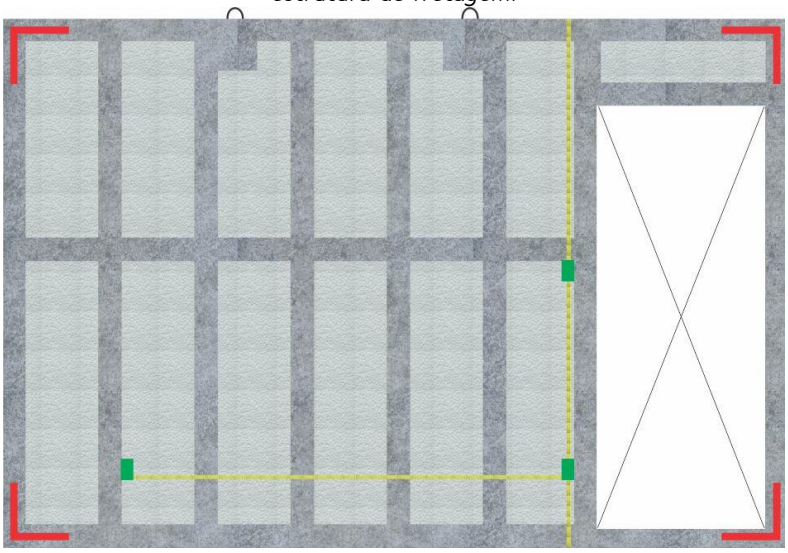
Figura 24 – Vista dos insertos após a concretagem em um painel sanduíche de vedação com núcleo em EPS.



Fonte: O próprio autor, 2019.

Além da utilização dos insertos, conforme apresentado anteriormente, tem-se o recurso estrutural com fretagem (Figura 25), um sistema de amarração geral capaz de minimizar as tensões sofridas no painel, tanto no seu processo de transportação, quando for o caso, como na etapa e içamento (etapa de conexão entre a estrutura de fundação com o painel).

Figura 25 – Painel sanduíche de vedação com preenchimento em *EPS* com destaque em vermelho da estrutura de fretagem.



Fonte: O próprio autor, 2019.

Fonsêca (1994) afirma que os painéis tipo sanduíche de vedação com núcleo em EPS surgiram como materiais independentes, no sentido de agregar outros componentes projetuais (estrutural, hidrossanitários, elétrico, etc.), lhe assegurando função ativa e independente na construção civil, sendo um agente importante na minimização de intercorrências projetuais.

Cross (1993), como já citado nesta pesquisa, também reforça na segunda geração dos métodos em projeto a fase de aperfeiçoamento dos produtos desde a década de 70. Estes novos recursos de materiais potencializam não só seus estudos de aperfeiçoamentos, mas também uma fase de reflexão projetual, capaz de engrenar a união de várias etapas projetuais, de forma concomitante, promovendo a verdade relação entres as fases em um mesmo momento de discussão.

3.4. SUSTENTABILIDADE, DESENHO, CANTEIRO DE OBRAS E O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DOS PAINEIS

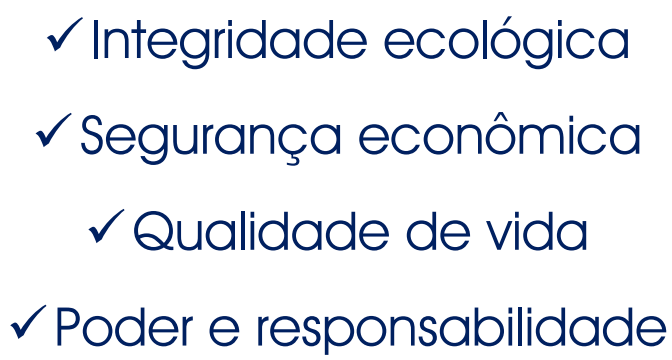
3.4.1. Sustentabilidade

Na intenção de minorar os impactos ambientais causados pela produção das cidades a sustentabilidade tem deixado a posição de possibilidade para necessidade global. De fato, refletir projeto na atual conjuntura, é atrelar diversas discussões e, sempre que possível, fazer uma boa apuração.

Segundo Beni (2006), a sustentabilidade assumiu nos últimos anos o papel de agente fundamental no comprometimento da produção das novas cidades e as reconfigurações das cidades já consolidadas, revelando um envolto importante sobre a continuidade dos processos naturais para as próximas gerações.

Hall (2001) contribui nesse contexto ao destacar quatro características básicas que definem uma comunidade sustentável, sendo elas (Figura 26):

Figura 26 - Definições características da sustentabilidade segundo *Hall*.



Fonte: Hall, adaptado pelo autor, 2019.

A integridade ecológica é a adoção de sistemas naturais, enquanto a segurança ecológica está na orientação e o conhecimento por parte das indústrias quanto à sustentabilidade e seu desdobramento, na ausência do conhecimento sobre a

sustentabilidade, buscar variações, organização e um treinamento consciente para maior domínio.

Pitt e Heinemeyer (2015), complementam a ideia de integridade e segurança ecológica, afirmando que o processo de economia circular só ocorre quando há uma relação de equilíbrio entre a utilização de materiais naturais (integridade ecológica) e a exatidão na segurança ecológica, domínio de todo o processo conceptivo da sustentabilidade.

Pitt e Heinemeyer (2015), conceituam a economia circular como um procedimento que prega a transformação contínua da matéria prima e tem por objetivo o lixo zero. A ideia é transformar os resíduos em insumos para a produção de novos produtos.

Já qualidade de vida se faz importante não só no atual contexto de sociedade, mas estabelece perspectivas futuras no que tange à gerações futuras, promovendo uma boa relação com o fornecimento dos materiais e seus respectivos serviços e, por fim, o poder e a responsabilidade de quem a conduz a sustentabilidade (indústrias, engenheiros, arquitetos e a sociedade como um todo).

Diante das reflexões sobre a conjuntura ecológica, é necessária uma perspectiva holística fundamentada na resistência, para que o sistema ecológico readquira estabilidade diante do que foi exposto. Estabelecer, de fato, um diálogo social com a ecologia no contexto da construção civil é desencadear estudos e debates, com o intuito de disseminar alternativas que ofereçam uma redução de água, energia e o reaproveitamento de materiais, uma ação possível no contexto da arquitetura contemporânea e sustentável, aliadas à arte e à versatilidade de produção e usos.

A sustentabilidade aliada ao projeto de arquitetura é capaz de promover um campo vasto tecnológico, artístico e versátil, porém, se vê distante de uma proposição efetiva. Segundo (MONTANER, 2001, pg. 121),

> ...o desafio atual consiste em demonstrar que arquitetura ecológica, além de ser necessária globalmente e correta socialmente pode ser muito atraente do ponto de vista estético, conceitual e cultural. Tudo isso implica na superação do clichê de que tal arquitetura sempre vai ligada a formas ecléticas, pitorescas, marginais e testemunhais.

A produção contemporânea deve observar todos estes itens e fazer valer a preocupação com o meio. É da responsabilidade de todos sua conservação e manutenção, e tem na arquitetura, neste momento, um papel fundamental para ajudar na reversão dos fatores que tanto preocupam a sociedade.

O Brasil ainda é um dos maiores protagonistas da construção convencional, atado ao modelo arcaico artesanal, que representa a não valorização de tecnologias industrializadas e possui baixa escala de produção.

No viés da construção civil, se faz necessária a difusão de alternativas sustentáveis na arquitetura, justificam-se o aprofundamento e a disseminação de estudos em possibilidades construtivas econômicas, que sejam legitimamente eficientes na maneira de lidar com a própria necessidade de energia e descarte de resíduos fabris.

Diante desse contexto a construção civil tem contribuído de forma positiva na minimização dos impactos ambientais, trabalhando com o desenvolvimento sustentável, aumentando o uso de materiais não convencionais.

Burgos (2006) afirma que diante dos materiais não convencionais o EPS se destaca como um grande agente no desenvolvimento sustentável, por ser um material que não contamina o solo e ser um material 100% reciclável e reaproveitável. O EPS se enquadra no conceito de economia circular de Pitt e Heinemeyer (2015) citado anteriormente, pois destaca-se por apresentar constantes esforços na tentativa de contribuir com a minimização dos impactos ambientais, e nesse contexto a

construção civil é um importante agente no desenvolvimento sustentável, contribuindo com a utilização de materiais não convencionais.

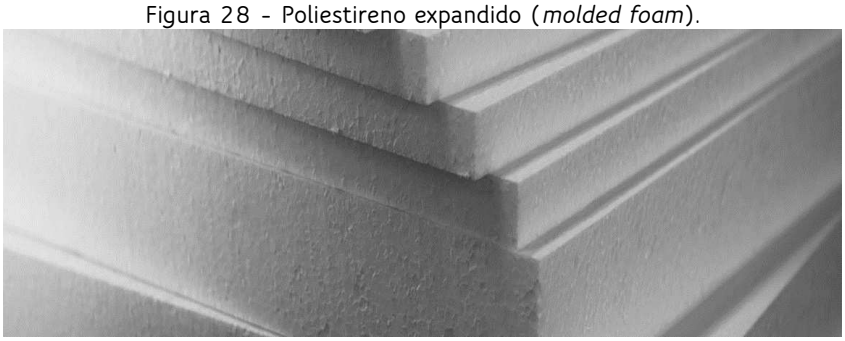
Burgos (2006) reconhece que o poliestireno expandido (EPS), comumente conhecido como isopor (Figuras 27 e 28), é reconhecido como um produto de baixa densidade, compressibilidade, impermeabilidade, elasticidade e eficaz no isolamento termoacústico, quando aplicado na construção civil.

Figura 27 – Poliestireno expandido (*expanded beads)*.



Fonte: Comonuvem, 2019.

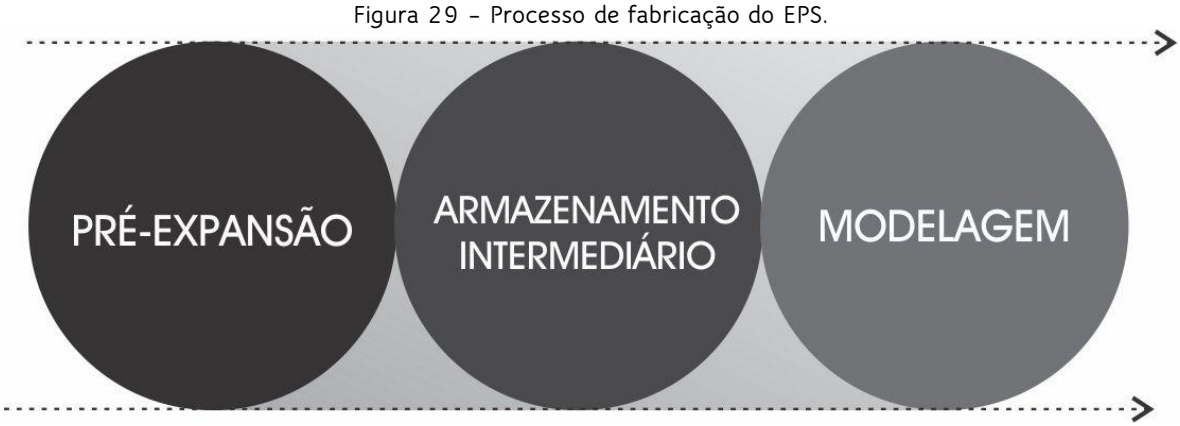
Figura 28 - Poliestireno expandido (*molded foam*).



Fonte: Arterm, 2019.

O poliestireno expandido (EPS) pela ótica da consciência ecológica se apresenta como um excelente agente na construção civil ao ser empregado como material, minorando os impactos causados por sua aglomeração inadequada. O processo de fabricação do EPS, em linhas gerais, corresponde à três etapas, sendo elas (Figura 29):

Figura 29 – Processo de fabricação do EPS.



Fonte: O próprio autor, 2019.

A pré-expansão do EPS ocorre em um primeiro momento por meio do aquecimento em contato com o vapor de água. Nesta etapa o poliestireno (PS) dilata e adquiri uma proporção 50 vezes maior que a sua propriedade inicial, resultando em partículas granuladas, conhecidas como células fechadas para, posteriormente, adquirir sua estabilização.

Na etapa de armazenamento intermediário permite-se o processo de conversão do EPS e, durante este processo de estabilização o granulado de EPS esfria o que cria uma depressão no interior das células. Esse processo circunscreve as células de EPS e as preenchem com ar.

Após todo esse processo o granulado adquire estabilidade, ou seja, ganha forma e mais uma vez fica exposto ao vapor de água, fase de expansão do EPS e, por fim, definindo molde final a ser distribuído para o mercado.

Burgos (2006) assegura que a escolha do tipo de matéria no que tange sua forma e composição, consentem um leque diversificado de EPS, com densidades diversas, das quais se moldam as funções necessárias para cada caso.

3.4.2. Desenho

Patrão (2013), compreende o desenho como representação bidimensional, um dos vários meios de representar a realidade, em linhas gerais, uma imagem resultante de uma prática pré-estabelecida. O uso do desenho manual por ser aplicado em

diversas situações, sendo algumas delas: expressão criativa, percepção visual e apoio nas soluções perceptíveis aos olhos de quem analisa.

O recurso manual de representação (desenho) é um método utilizado em várias áreas que envolvem a criatividade, sejam de conhecimento científico ou técnico artístico. A representação é um recurso demonstrativo e minucioso da ideia final, daquilo que foi abstraído, questionado e revisado, sendo o respaldo final antes da concretização.

Segundo Patrão (2013), a ideia sobre a função do desenho é resultante da evolução ao longo dos anos. A prática em desenhar permeia de forma significativa a história, elucidando uma conjuntura de rompimentos e encadeamentos, corroborando reflexões e/ou princípios na atualidade sobre o desenho.

O desenho no Renascimento ganhou destaque como instrumento de auxílio na concretização de ideias. Conhecido como o período de revivalismo, fase de recriação da perspectiva. Desenhar, neste período, ganha o significado de valor atribuído a sociedade, ou seja, a busca pela natureza, paisagem, o homem e sua figura representativa.

Segundo Tramontando e Benevente (2003) ao abordarem sobre representação no viés da arquitetura corrobora-se indiretamente que a técnica empregada, a função a ser desenvolvida e sua estrutura formal resultante estão relacionadas com o método. O método nesse contexto está relacionando com os instrumentos disponíveis de trabalho, desde o processo manual ao tecnológico, estruturado em diversos *softwares* capazes de auxiliar não só a representação, mas o processo de concepção e visualização.

A expressão gráfica se desenvolve de diversas formas de acordo com a atividade da qual ela está relacionada, com relação aos aspectos culturais e temporais que estará, obrigatoriamente, vinculada e em relação ao indivíduo que a produz. Este indivíduo pode desenvolver uma forma de expressar-se graficamente de forma natural, através de um interesse particular sobre o assunto, ou aprender ao longo de um determinado tempo de aprendizagem. O certo é que nenhuma pessoa desenhará um mesmo

objeto da mesma forma, pois cada um tem uma visão dele, pois o modo como observamos o mundo que nos rodeia é sempre particular.

3.4.3. Canteiro de Obras e o Processo de Fabricação

Os painéis pré-fabricados mistos em concreto armado com núcleo em EPS, destinam-se à vedação na construção civil, a conceber de construções térreas a edificações de mais de inúmeros pavimentos. O modelo de painel em estudo é a representação visível da busca de uma construção enxuta e racionalizada, além de ser modelo de tecnológico concebido aos moldes de um processo construtivo tradicional. Instituto de Pesquisa Tecnológica (2017) verificou seis etapas básicas para a execução do projeto, sendo elas conforme Figura 30.

Figura 30 - Fases de planejamento e execução dos painéis pré-fabricado mistos em concreto armado com núcleo em EPS.



Fonte: Instituto de Pesquisa Tecnológica, 2017, adaptado pelo autor, 2018.

Sobre as fases:

a) Fase 01 – Projeto para Fabricação das Fôrmas: Após a fase de projeto de arquitetura e seus respectivos projetos complementares, inicia-se uma nova fase projetual, agora das fôrmas (Figura 31) para fabricação das vedações e outros elementos que forem necessários para contemplação da obra com respectivos ajustes:

Figura 31 – Fôrmas em aço aos moldes do projeto arquitetônico para a fabricação de painéis mistos em concreto com núcleo em EPS.



Fonte: Indústria Concrefato com registro do próprio autor, 2020.

Doris, Kowaltowski, Bianchi e Petreche (2000) descrevem em sua bibliografia os estímulos à criatividade. Na argumentação sobre os "meios" de produzir criatividade nota-se a necessidade da participação efetiva do profissional nesse processo e a preocupação em como a desenvolver, em linhas gerais, é necessário estimular variações, percursos, soluções e é preciso flexibilizar métodos e demandas em que o projeto venha a contribuir em sua otimização. As fases de projeto do painel

autoportante com núcleo em EPS favorece não só o processo criativo, mas no âmbito racionalizado de sua execução.

b) Fase 02 – Construção da Fábrica: A construção da fábrica irá depender do local e da indústria fornecedora, porém a indicação é que seja feita em loco para fácil manuseio, mas em alguns casos o processo de concepção do produto acontece na fábrica (Figura 32), ou em casos de um grande volume de construções em um mesmo local é construído para atender tal demanda da maneira mais eficiente possível;

Figura 32 – Pista com fôrmas: painéis com núcleo em EPS com argamassa de revestimento (prontos para o içamento).



Fonte: Indústria Concrefato com registro do próprio autor, 2020.

c) Fase 03 – Área de Produção dos subprodutos: São consolidadas as áreas de apoio, zona que dará suporte a toda linha de confecção dos subprodutos utilizados na produção dos painéis, proporcionando agilidade e economia para a obra. Nessas áreas são produzidas: kit de ferragens e kits elétricos. Este local também pode ser projetado com os próprios painéis em análise (Figura 33).

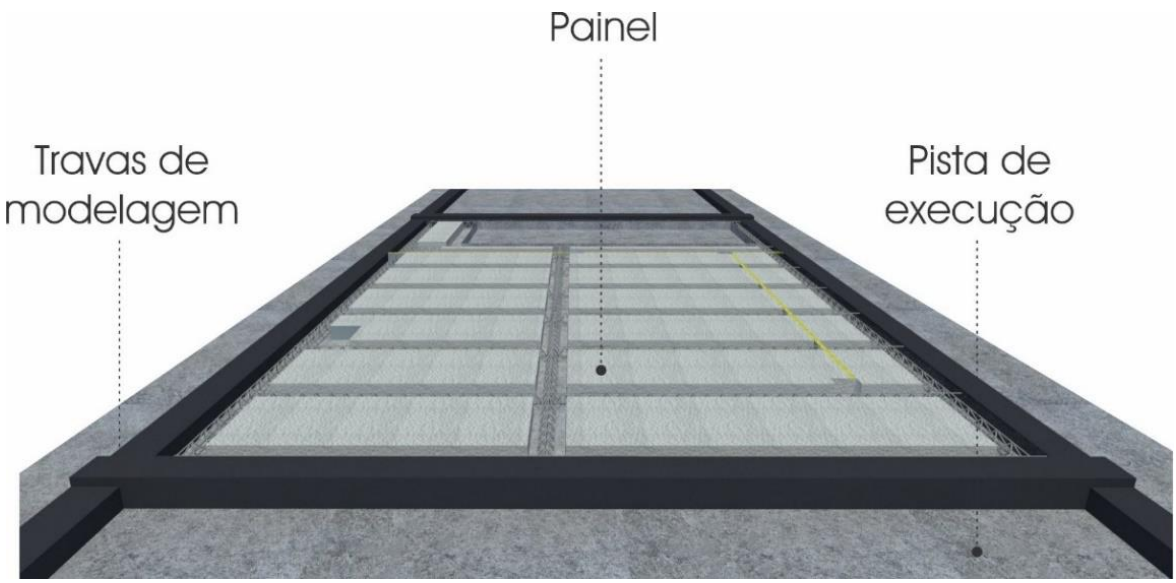
Figura 33 – Local de produção de subprodutos projetado com painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS.



Fonte: Indústria Concrefato com registro do próprio autor, 2019.

d) Fase 04 – Produção dos Painéis: confecção dos painéis (Figura 34);

Figura 34 – Processo de fabricação dos painéis modulares pré-fabricados mistos em concreto armado com núcleo em EPS considerando as aberturas e as nervuras do sistema estrutural.



Fonte: O próprio autor, 2019.

Doris, Kowaltowski, Bianchi e Petreche (2011) afirmam que as técnicas utilizadas no processo de criação ramificam para vários contextos, com por exemplo: óbvios, psicológicos, técnicas longas e/ou curtas. Um método capaz de incentivar a criatividade possui e se preocupado com o conceito, as formas de aplicação, influências sociais e, inclusive, as etapas de aplicação. O método de customização em massa CM com respaldo nos painéis mistos de concreto armado e núcleo em EPS estimulam a variedade e a capacidade de repensar o projeto antes de sua execução;

e) Fase 05- Logística e Transporte: Logística de transporte de painéis, que dependerá do lugar onde será fixada a fábrica, ou seja, no canteiro de outras ou em outro lugar sendo necessário o transporte (Figura 35); e

Figura 35 – Transporte de painéis até o local de implantação quando sua fabricação não ocorre na obra.



Fonte: Indústria Concrefato com registro do próprio autor, 2020.

f) Fase 06 – Montagem dos Painéis: Fase de execução da obra, momento em que o painel é içado (Figuras 36 e 37), rebocado e, posteriormente, fixado na estrutura de fundação rasa mais adequada, identificada e descrita no próximo capítulo desta pesquisa.

Figura 36 – Içamento do painel pré-fabricado, pronto para ser agregado à construção civil.



Fonte: Indústria Concrefato com registro do próprio autor, 2020.

Figura 37 – Processo de montagem dos painéis por meio de içamento.



Fonte: Indústria Concrefato com registro do próprio autor, 2020.

Segundo o Instituto de Pesquisa Tecnológica (2017) algumas condições e limitações de uso foram detectadas, como a abertura de vãos e rasgos para instalações prediais, que devem ser resolvidas na fase de projeto, procedimento que viabiliza o conceito de construção enxuta e racionalizada, reduzindo resíduos sólidos da construção civil.

O modelo pré-fabricado mistos em concreto armado com núcleo em EPS, geralmente possuem uma espessura de 110 mm, produto final resultante de duas camadas de revestimento de argamassa (com espessura de 10mm em cada face) como pode-se ser observado na Figura 38, de nervuras resultantes com 90mm de espessura, para paredes externas. Em alguns casos, como as casas geminadas e apartamentos (Figura 39), a espessura do painel, segundo o IPT, é de 120 mm, no final sendo resultante de 140mm incluindo as camadas de argamassa.

Figura 38 - Processo de encaixe dos painéis após içamento.



Fonte: Indústria Concrefato com registro do próprio autor, 2019.

Figura 39 – Processo de encaixe dos painéis após içamento em apartamentos.



Fonte: JetCasa, 2017.

O resultado dos painéis é basicamente um plano de vedação autoportante produzidos no formato de painéis pré-fabricados e ganchos de içamento para transporte e conexões entre si que (Figura 40).

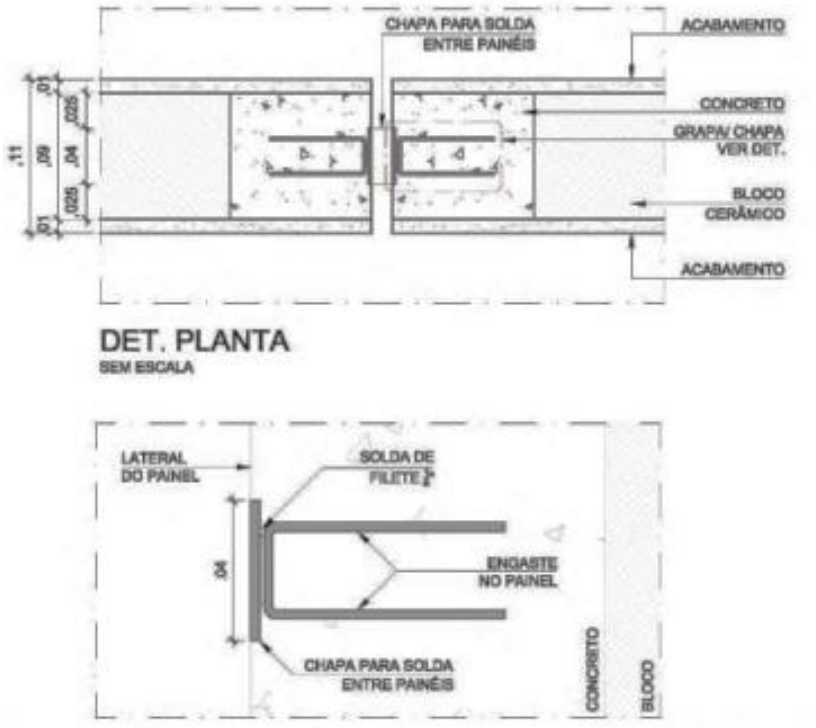
Figura 40 – Painéis pré-fabricados misto em concreto armado com núcleo em EPS e regularização do reboco externo com detalhes estéticos já previstos.



Fonte: Pré-fabricados, 2018, adaptado pelo autor.

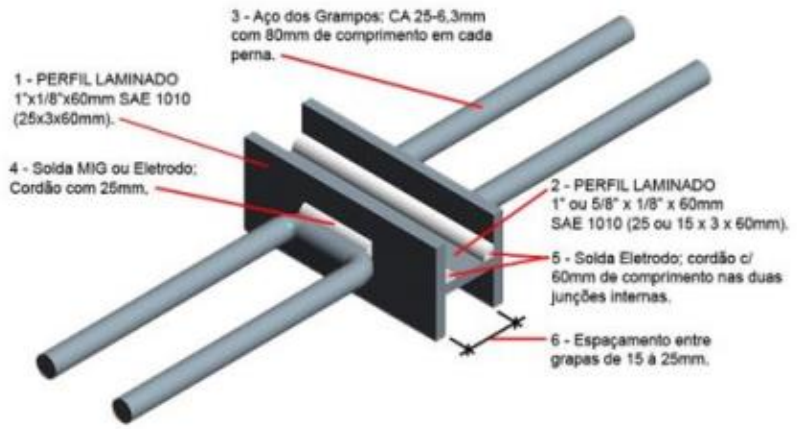
É importante ressaltar que o encaixe dos painéis pode acontecer de diversas formas, como por exemplo, soldagem (Figuras 41 e 42) ou entalhe. Fonsêca (1994) certifica alguns modelos de conexão classificados com de cisalhamento e compressão que são investigados de forma detalhada no capítulo experimental subsequente. O painel sanduíche com núcleo em EPS tem, como elemento principal, a ideia da justaposição entre os painéis, ou seja, os encaixes e conexões que, são definidos conforme as interligações ocorrem. Fonsêca (1994) certifica que o painel sanduíche é caracterizado pela justaposição de, no mínimo, duas placas de concreto com núcleo incomum.

Figura 41 - Desenho dos detalhes das armaduras e soldas utilizadas na junção entre os painéis planta e detalhe construtivo (Ligação de cisalhamento plana).



Fonte: IPT, 2017.

Figura 42 - Detalhe das armaduras e soldas utilizadas na junção entre os painéis.



Fonte: IPT, 2017.

As Figuras 43, 44 e 45 mostram alguns exemplos do resultado da obra mediante a junção de painéis por meio de soldagem. Bruna (1976) afirma que a coordenação modular propõe um elo entre medidas básicas (fator numérico) e o avanço tecnológico, questões que juntas podem contribuir em diversas áreas da construção civil, sendo a arquitetura como mediadora principal nesse procedimento.

Figura 43 - Modelo de casa pré-fabricada com painéis pré-fabricados mistos em concreto armado e tijolo furado.



Fonte: Fonte: Pré-fabricados, 2018.

Figura 44 - Modelo de casa pré-fabricada com painéis pré-fabricados mistos em concreto armado e tijolo furado.



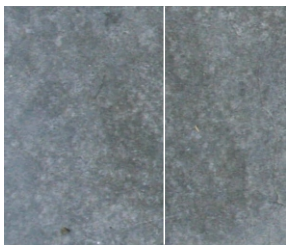
Fonte: JetCasa, 2020.

Figura 45 - Modelo de casa pré-fabricada com painéis pré-fabricados mistos em concreto armado e tijolo furado.



Fonte: Pré-fabricados, 2018.

Na próxima peça deste trabalho (04), são apresentados dados alicerçados no sistema construtivo pré-fabricado com painéis mistos de concreto armado com núcleo em EPS, atrelando à teorias anteriormente apontadas, com propósito de inquirir e propor diálogos entre teoria e técnica no processo de projeto nessa conjuntura.



PEÇA 04

DA TEORIA À PRÁTICA: EXPERIMENTAÇÃO DO MÉTODO DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA COM PAINÉIS TIPO SANDUÍCHE MISTOS DE CONCRETO ARMADO COM NÚCLEO EM EPS



4.

PEÇA 04: DA TEORIA À PRÁTICA: EXPERIMENTAÇÃO DO MÉTODO DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA COM PAINÉIS TIPO SANDUÍCHE MISTOS DE CONCRETO ARMADO COM NÚCLEO EM EPS

> "O mais importante é que a família desfrute seus espaços e que não tente copiar casas de outras pessoas ou de outras regiões ou cidades. A casa deve ser construída de acordo com o gosto de cada um e não apenas para ser admirada pelos vizinhos."
> Johan Van Lengen[12]

4.1. O PROJETO DE ARQUITETURA

As edificações podem ser classificadas em produtos constituídos por uma conjuntura de aglomerados de subsistemas perduráveis. O referido produto, no caso o projeto arquitetônico hipotético, subdivide-se em "peças" no contexto da presente pesquisa, sendo as principais: fundações, estrutura, vedações: horizontais e verticais, previsão de instalações prediais, esquadrias, cobertura e/ou sistemas impermeabilizantes e pintura. Com isso, neste capítulo, apresentam-se as experimentações projetuais autorais com a intenção de adotar informações na aplicabilidade delas nos seguintes temas: sistema modular, método de customização em massa (CM), além de adotar como material o sistema construtivo com os painéis sanduíches pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS.

[12] LENGEN, J. V. Manual do Arquiteto Descalço. Rio de Janeiro: Tibá Livros, 2004. p. 15.

As atividades descritas neste capítulo, que caracterizam os procedimentos experimentais, são: a) Desenvolvimento de projeto arquitetônico de habitação mínima, bem como dos painéis de vedação tipo sanduíche com núcleo em EPS; b) Experimentações projetuais no que tange: estrutura de fundação, painéis de vedação, laje, cobertura e instalações prediais; c) Conexões e possibilidades de variação no projeto de arquitetura e d) Aplicação do conceito de customização em massa, bem como a análise dos resultados obtidos.

O presente item tem como objetivo propor um projeto arquitetônico de habitação mínima, para uma demanda real, onde o principal material construtivo são os painéis tipo sanduíche de vedação mistos de concreto armado com núcleo em EPS, bem como o desenvolvimento de variações de conexões entre os painéis e os projetos, caso necessário. Ressalta-se que o projeto arquitetônico da habitação mínima e dos painéis de vedação visa demonstrar a viabilidade das edificações feitas com esse sistema construtivo, além de agregar o conceito de customização em massa (CM).

O programa funcional do projeto desenvolvido segue o padrão da maioria das casas populares: cozinha integrada com sala de tv, banheiro e dois quartos, além de agregar ao projeto uma garagem e área de serviço. A área útil da casa é de 57,87 m² e seu partido arquitetônico busca uma edificação que possibilite variações futuras de conexão e adaptabilidade, pé direito variado, auxiliando o conceito de customização em massa e o sistema construtivo empregado.

Os projetos complementares e as conexões entre painéis de vedação apresentarão variações em cada processo, proporcionando análise nos processos de projeto, sistema construtivo e se há limitações ou não, tanto na parte projetual quanto na aplicação do conceito de customização em massa.

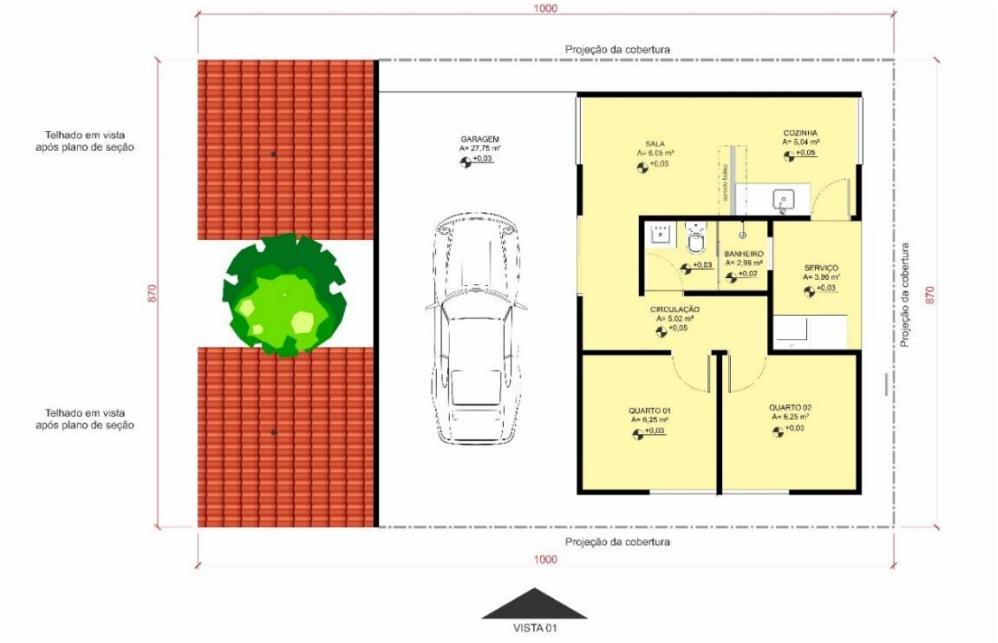
A racionalização construtiva como um processo composto por um conjunto de ações que se integram e objetivam otimizar os recursos materiais, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais, financeiros e humanos. A definição de

racionalização é mais abrangente que sua teoria, que a priori, necessita ser praticada para o êxito de seus objetivos.

Descortinar a racionalização como uma mera substituição de materiais é limitar as perspectivas quanto aos resultados que podem ser provenientes do processo racional da construção civil, procedimento aplicado quando o conjunto de ações são planejados desde a concepção do projeto.

Nas Figuras 46 e 47 tem-se a planta do referido projeto de habitação mínima e a fachada principal. No entanto, deve-se ressaltar que o foco da apresentação do projeto de arquitetura neste trabalho, é o painel sanduíche com núcleo em EPS por si, as variações de conexões (dois exemplos) e como o conceito de customização em massa (CM) se aplica em cada projeto. Os demais detalhes relativos à modulação e todas as instalações, como por exemplo: hidrossanitárias, esgoto e elétricas, serão considerados no desenvolvimento do projeto executivo da habitação e serão destacados, posteriormente, conforme as etapas explicativas e cronológicas previamente definidas.

Figura 46 - Planta de habitação mínima com área útil de 57,87 m² em estudo.



Fonte: O próprio autor, 2020.

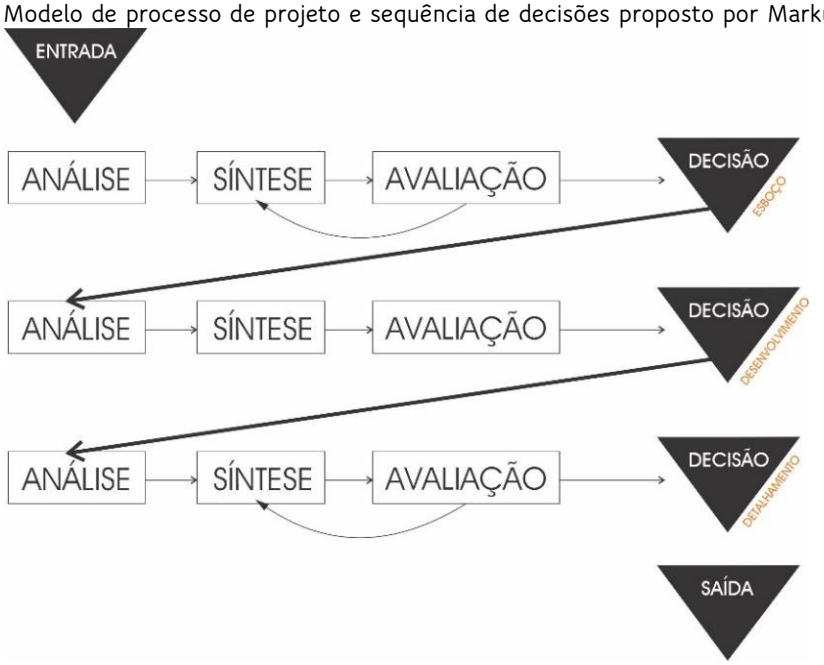
Figura 47 – Fachada do projeto arquitetônico em estudo.



Fonte: O próprio autor, 2019.

Nas fases teóricas desta pesquisa foi identificado um modelo sequencial de decisões no processo de projeto (Figura 48) capaz de orientar e instrumentalizar a tomada de decisões e revisões da presente nesta pesquisa. Em linhas gerais, sugere um modelo composto por um processo de projeto, com crescimento no nível de detalhes, a fim de detectar os possíveis problemas e suas respectivas soluções.

Figura 48 – Modelo de processo de projeto e sequência de decisões proposto por Markus (1971).

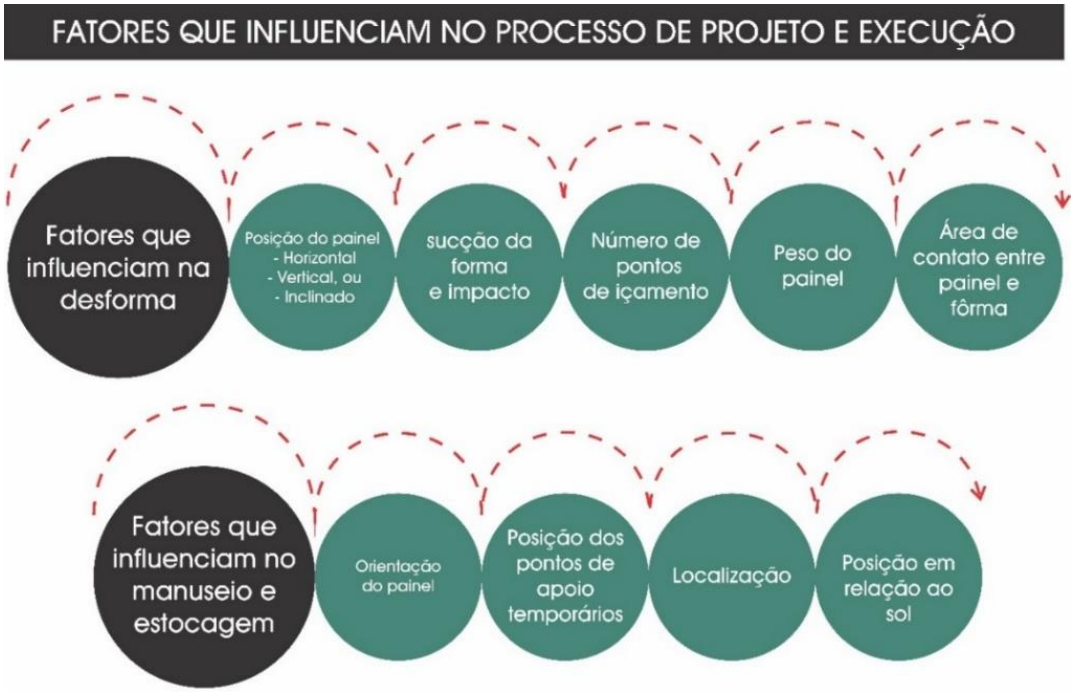


Fonte: Adaptado por Lawson (2005) e readaptado pelo autor, 2020.

Uma das problemáticas que envolvem alguns processos de projeto é, possivelmente, a rigidez durante o desenvolvimento projetual. A imprevisibilidade durante as etapas, como já discutido, contribuem no contexto da presente pesquisa que visa compreender as aplicações tecnológicas (painéis tipo sanduíche mistos de concreto armado com núcleo em EPS) e quais os entraves, caso haja, durante as etapas de criação e aplicação, não se restringindo à funcionalidade, mas aos pensamentos sobre os conceitos que regem a customização em massa. Nos subitens conseguintes apresentam-se com maior precisão as etapas da pesquisa, bem como as variações, discussões e emprego das teorias no contexto real do processo projetual.

Após diagnósticos e últimas pesquisas, foi possível referenciar à customização em massa (CM) à diversos grupos sociais e demandas. Diante desta reflexão e após reflexões sobre o referido método (CM) atrelado ao projeto arquitetônico, foram pontuadas algumas precauções (Figuras 49 e 50) que viabilizam à parte técnica desta pesquisa (projeto e hipotética execução), respaldada na experimentação dos painéis de vedação pré-fabricados mistos de concreto com núcleo de EPS.

Figura 49 – Fatores que influenciam no processo de projeto e execução de painéis pré-fabricados de concreto armado com núcleo em EPS.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 50 – Fatores que influenciam no processo de projeto e execução de painéis pré-fabricados de concreto armado com núcleo em EPS.



Fonte: O próprio autor, 2019.

Os painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS ponderam algumas prudências a serem tomadas no processo de projeto, uma vez que sua idealização possa favorecer ou não o transporte das peças verticais de vedação. Dentro dessa discussão, este sistema construtivo e o método de customização em massa (CM) orientam questões, como por exemplo: processo de projeto, dimensões dos painéis, previsões futuras, representação dos projetos: arquitetônico e complementares alinhados, mão de obra qualificada, redução da equipe de execução, construção a curto prazo e minimização de imprevistos durante o processo de execução.

A presente pesquisa aponta, posteriormente, como cada item citado é aplicado, promovendo reflexões, diretrizes e considerações durante o processo experimental projetual. O conceito de customização em massa aqui em estudo é capaz de "endireitar" a produção massificada de um determinado produto, pois é de suma importância considerar os desejos pessoais do cliente, mesmo que estes sejam para facilitar a adaptação futura de um ambiente construído, a título de exemplo. Todo

esse contexto envolve não somente o projeto de arquitetura, como também as etapas administrativas e de gestão. Sendo assim, temos, posterior, considerações sobre as vedações e conexões com diretrizes fundamentais nas decisões:

4.2. PAINÉIS DE VEDAÇÃO TIPO SANDUÍCHE MISTOS DE CONCRETO ARMADO COM NÚCLEO EM EPS

Os painéis de vedação pré-fabricados tipo sanduíche mistos de concreto armado com núcleo em EPS foram projetados à frente da indispensabilidade de prever todos os projetos envolvidos em uma construção. A experimentação que contou com atividades projetuais, muito contribuiu para o entendimento da função, produção, montagem e detalhes construtivos do projeto arquitetônico desenvolvido.

Por meio do projeto arquitetônico hipotético, foi possível alinhar o sistema construtivo com as possíveis adaptações identificadas na planta no período projetual, em concordância às necessidades do método de customização em massa. Os avanços tecnológicos nas últimas décadas caminham para um novo nível de concepção na arquitetura, no que se refere aos requisitos dos usuários, seja nas construções massificadas homogêneas ou customizadas. Em linhas gerais, uma linha de concepção projetual, nesse contexto, possui perspectivas sobre como e quando interferir no produto antes da produção (projeto/proposta).

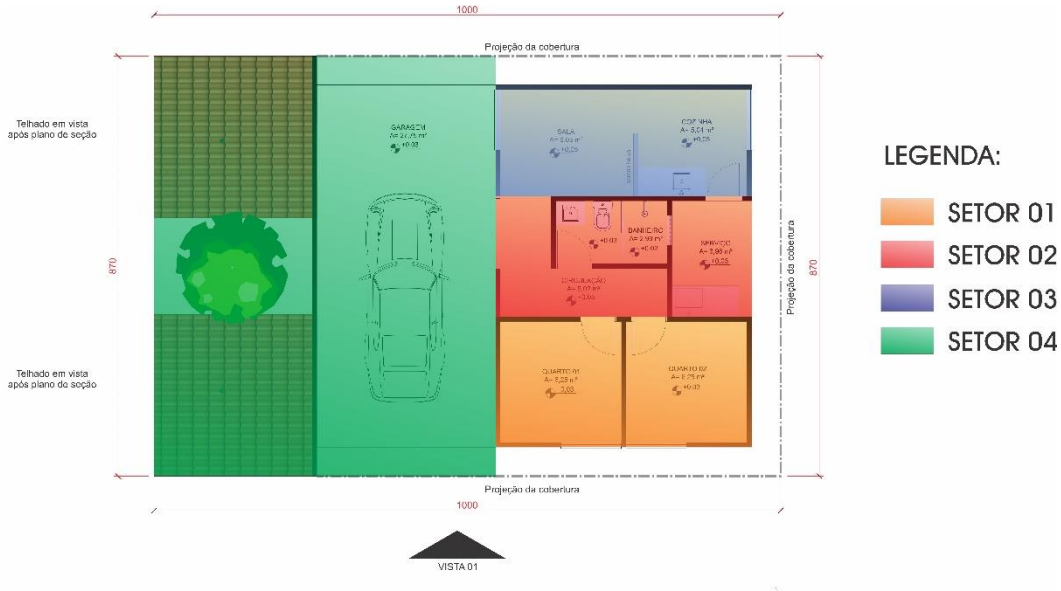
A sociedade contemporânea é configurada por uma ramificação variada de pessoas, hábitos e tecnologias que interfere na concepção arquitetônica das habitações e elas variam desde o acesso à *internet* até os novos equipamentos domésticos, transformando o espaço de morar em um ambiente readaptável à possíveis demandas. O acesso à tecnologia tende a aumentar nas próximas décadas e podem proporcionar reconfigurações ainda mais consideráveis, sejam de pequena ou grande escala. A moradia retrata a diversidade, desse modo, o projeto e seu significado estão paralelos com as dimensões psicológicas, sócio-demográficas e culturais de um determinado contexto de experiências sociais. A saúde e o estado emocional das

pessoas, da mesma maneira que suas atitudes e quilo que acreditam ser os valores ideais são mutáveis. Compreendendo tais fenômenos da humanidade, é possível alegar que o habitar é um ambiente temporal e variável, cada pessoa ostenta sua regra, com ou sem exceções.

A modularidade, como já apresentado neste trabalho, possui um papel importante na arquitetura contemporânea e contribui na configuração espacial, período de flexibilização e reordenado de cidades. Ao decorrer dos anos houve mudanças sociais, ou seja, diversificação na configuração das famílias brasileiras e readequação ao comportamento cultural das construções, resultados de condições políticas.

As análises, sínteses e avaliações dos painéis de vedação pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS durante o processo projetual ocorreram por meio de setorizações (Figura 51) para facilitar a coleta de dados durante o processo de projeto, bem como os problemas e potencialidades em cada etapa, estando, também, atado ao conceito de customização em massa.

Figura 51 - Planta de habitação mínima com área útil de 57.87 m² com setorização por etapas de análise.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Os módulos verticais de vedação aqui analisados se mostram versateis e adaptáveis à diversos contextos, os subitens a seguir apresentam estas características.

4.2.1. Ligação de cisalhamento: Tipo Plana

O mencionado modelo de conexão refere-se, também, à superfície lisa ou rugosa conforme o acabamento do painel de vedação vertical. A ligação aqui observada e aplicada no projeto de arquitetura considera a superfície lisa, ou seja, hipoteticamente a execução dos painéis, neste caso, seria providenciado o acabamento de borda do painel, viável por meio de produção em fôrma lisa (Figuras 52 e 53).

Figura 52 – Polidora/politriz para revestimento em concreto.



Fonte: Indústria Concrefato com registro do próprio autor, 2020.

Figura 53 – Polidora/politriz para revestimento de concreto dando acabamento de superfície de uma painel pré-fabricado mistos de concreto armado com núcleo em EPS.



Fonte: : Indústria Concrefato com registro do próprio autor, 2020.

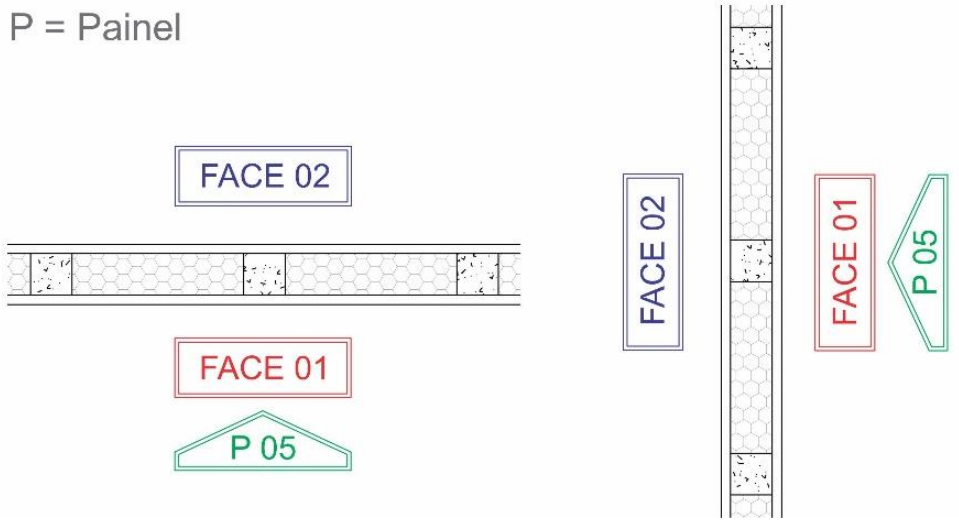
Os painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS devido à espessura consideravelmente reduzida em vedações verticais tornam o transporte

de içamento mais fácil e ágil. Com base nessas informações, um dos intuitos é analisar o maior número possível de variações desse material e sistema construtivo. O projeto de arquitetura apresenta uma considerável variação de pé-direito, o que exige algumas reflexões por se tratar de um processo de criação unido à viabilidade e o método de customização em massa.

A junção entre painéis pode ser considerada a parcela mais importante no processo de projeto no âmbito da pré-fabricação. As conexões são de suma importância, desde o processo de elaboração até o seu comportamento como estrutura autoportante, além da união entre peças verticais de vedação. A conexão de cisalhamento plana apesar de ser um método de ligação, possui inúmeros meios de execução sendo alguns deles: preenchimento entre os painéis com graute[13] ou solda entre os arranques dos painéis (que devem ser previstos em projeto).

Neste primeiro desenho (Figura 54) nota-se a importância de deixar claro algumas informações, como por exemplo: a identificação por número dos painéis (verde) e faces 01 e 02 (Azul e vermelho), dados importantes não só para o projetista, mas para os profissionais envolvidos na execução da obra.

Figura 54 - Legenda para identificação dos painéis por número de painéis, faces e com orientação de leitura em consonância com a norma de pranchas (NBR 10.068) e desenho arquitetônico (NBR 6492).



Fonte: O próprio autor, 2020.

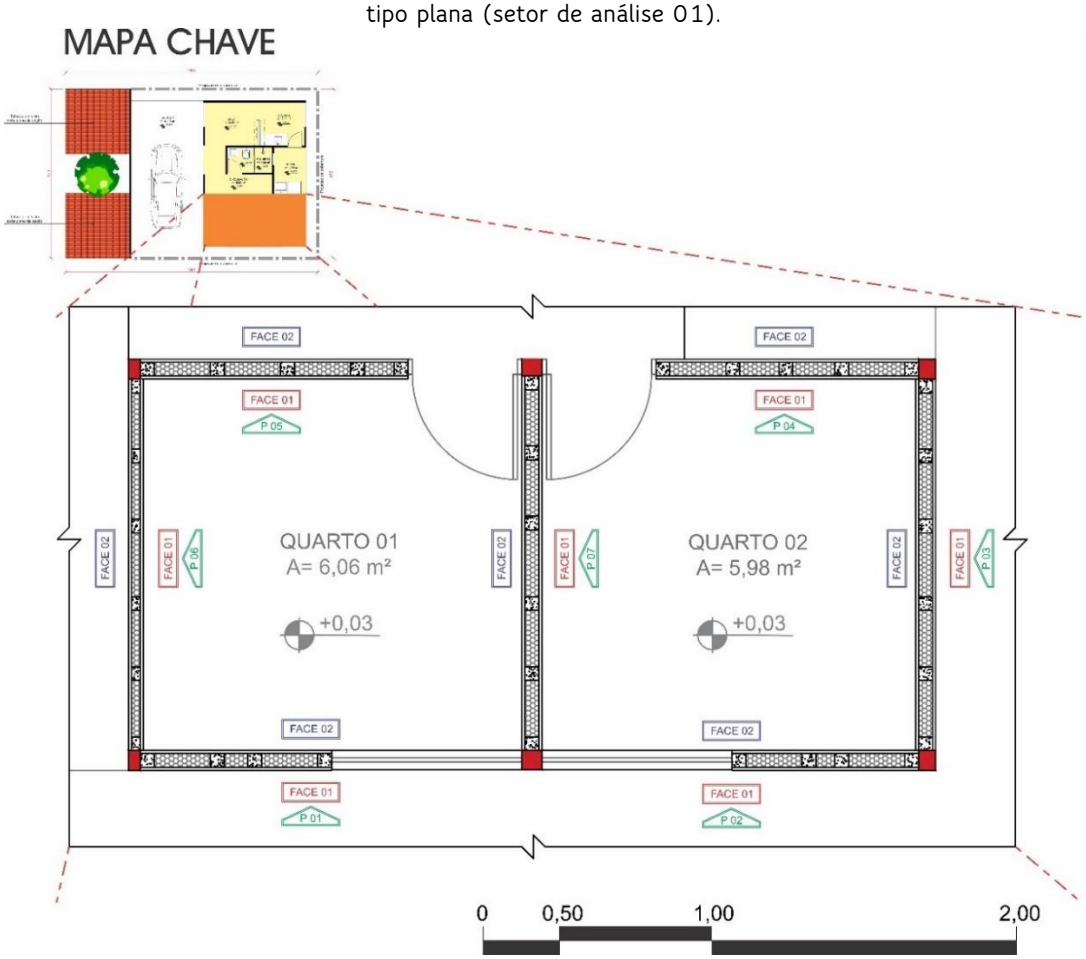
[13] Graute é um tipo específico de microconcreto flúido, indicado para preenchimento de espaços vazios dos blocos e canaletas, com o objetivo de solidarização da armadura e aumentar a capacidade portante.

O aprimoramento e a certificação de possíveis problemas devem ser identificados com maior frequência por meio de análises detalhadas. Sendo assim, é possível afirmar a importância de pensar a construção civil com o perfil de personalização avançada e customizada sem deslembrar da inovação no design e seus ajustes futuros. Abaixo, tem-se as considerações sobre o setor de análise 01.

A) Setor de análise 01

A Figura 55 mostra a primeira aplicação dos painéis no projeto hipotético de arquitetura da pesquisa (setor 01) e as respectivas informações complementares para maior compreensão do método de customização em massa e o sistema construtivo de painéis tipo sanduíche de vedação pré-fabricados de concreto armado com núcleo em EPS:

Figura 55 - Planta de habitação mínima com área útil de 57,87 m² com a previsão de utilização de painéis de vedação pré-fabricados tipo sanduíche com núcleo em EPS por meio de ligação de cisalhamento tipo plana (setor de análise 01).



Fonte: O próprio autor, 2020.

Diante dos estudos é possível afirmar que no âmbito da construção civil é comum a prática projetual totalmente desassociada das etapas subsequentes, como por exemplo, as de compatibilização e produção propriamente dita do projeto. O projeto, nesses casos, se torna um documento isolado do processo de produção de um determinado empreendimento. Nessa conjuntura, o projeto desconsidera fases como: execução, custo e, na maioria das vezes, questões geoespaciais. Essa "tomada de decisão" acarreta constantes atrasos e acaba postergando soluções em obra, o que é inviável e significa a perda de domínio e controle dos propósitos projetados.

Durante a fase projetual ocorreram algumas revisões no processo de criação para que houvesse um diálogo mais preciso e viável entre projeto e execução. Nesse contexto notou-se que é impossível o profissional não estar envolvido em todas as etapas de concepção, pois uma decisão influencia várias outras dimensões e sua atmosfera organizacional.

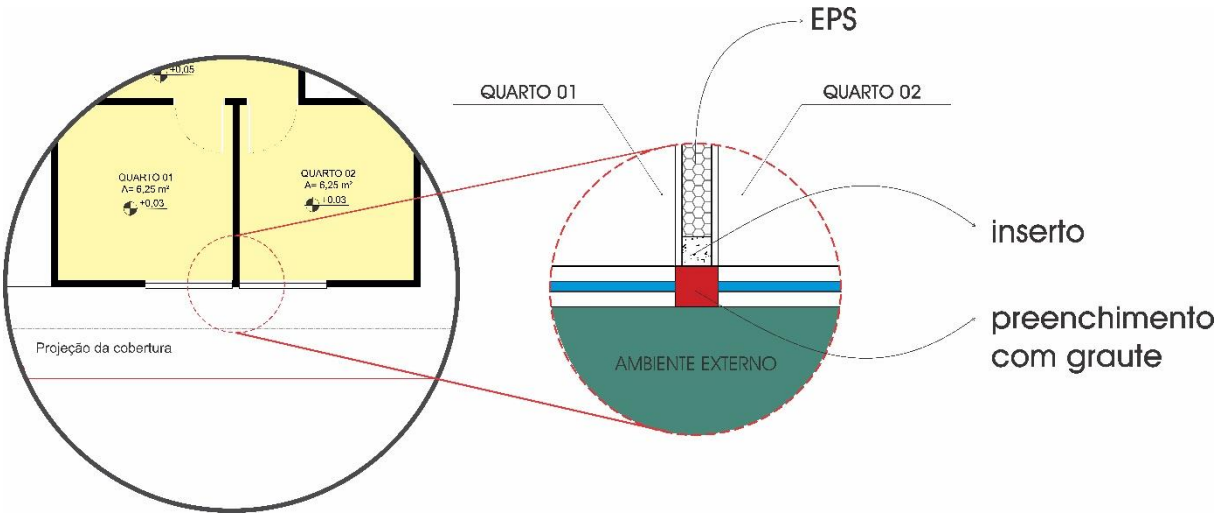
Para se obter uma pesquisa com maior precisão teórica e técnica foi desenvolvido o projeto arquitetônico com ênfase no desenho técnico conforme preconizado na NBR 6492 (Desenho Arquitetônico), estando no Apêndice "A" todos os desenhos dos painéis com ligação de cisalhamento tipo plana, separados por setores de 01 à 04, conforme esclarecido anteriormente.

Durante as avaliações embasadas no desenho do projeto arquitetônico hipotético alguns questionamentos surgiram e foram relatados de forma sequencial para maiores esclarecimentos. A Figura 56 apresenta a primeira análise de conexão do **Setor 01** que ocorre entre os painéis: **(P 01), (P 02) e (P 07).** Durante o desenvolvimento dos referidos painéis e a conexão em estudo, notou-se que esta alternativa exige um maior número fôrmas destinadas para auxiliar o preenchimento com graute nos cantos e encontros perpendiculares (Figura 57).

Uma solução não recomendada (Figura 58), seria avançar o painel 07 (na perpendicular), esta decisão acarretaria maiores gastos devido a necessidade de fazer dois preenchimentos com graute nas laterais ao invés de um, como já proposto.

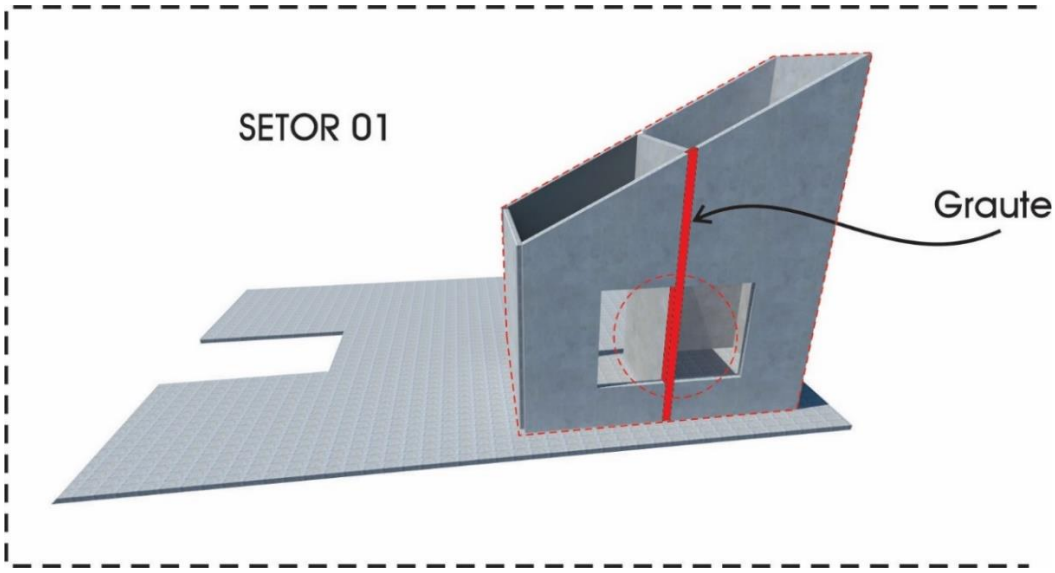
Os painéis são projetados considerando a justaposição peças de EPS, sendo as juntas "verticais" e as nervuras formadas no interior e nas bordas do painel são constituídas de concreto armado.

Figura 56 - Conexão entre os painéis 01, 02 e 07 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana.



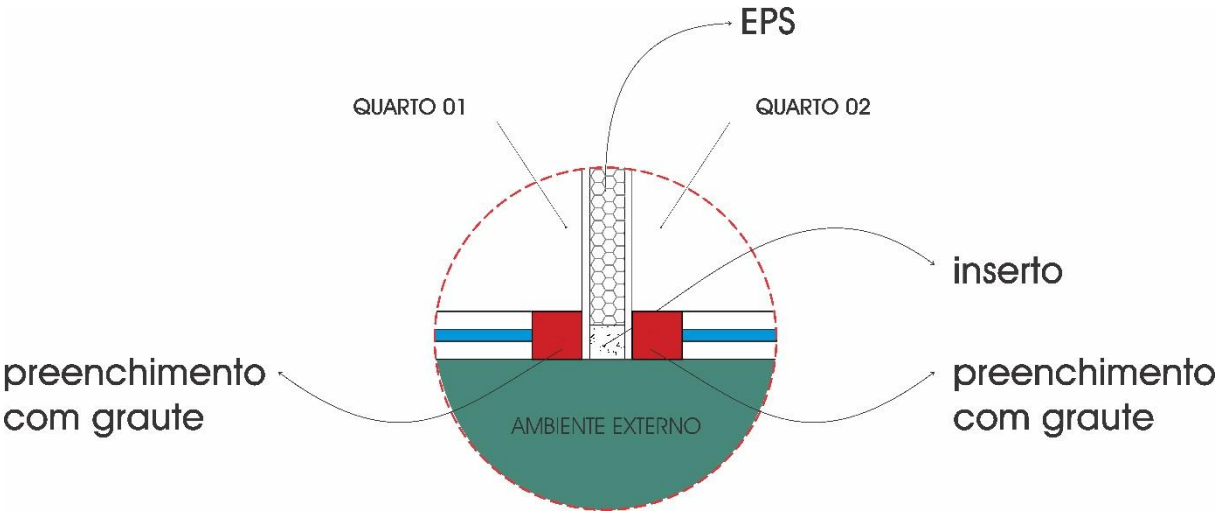
Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 57 – Conexão entres os painéis 01, 02 e 07 por meio do modelo de ligação de cisalhamento plana com marcação do trecho a ser preenchido com graute e fôrmas.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 58 – Conexão não recomendada entre os painéis 01, 02 e 07 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana.



Fonte: O próprio autor, 2020.

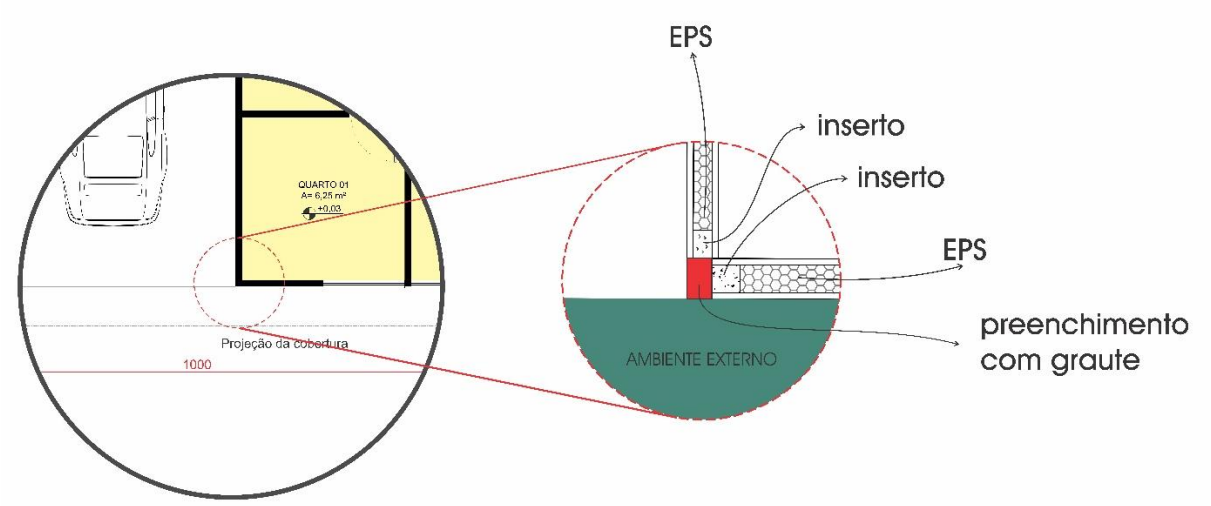
O painel 06 é o menos espesso do setor 01, por estar alocado em um trecho de menor pé-direito. Sendo assim, sua conexão (Figura 59) é preenchida com menor volume de graute, similarmente facilita o processo de içamento e reduz as possibilidades de deformação (flambagem, fissuras, trincas etc.).

O referido cenário de planejamento se insere no contexto já citado neste trabalho o da ''construção enxuta", que foca em ações para enxugar qualquer gasto desnecessário na obra, além de evitar o desperdício de recursos. Um planejamento respaldado nesses métodos, visa a produtividade máxima da equipe, ou seja, elimina reservas de mão de obra que poderia ficar ociosa. Ao optar por essa ferramenta, é preciso estar atento para não exagerar na diminuição dos recursos e prejudicar a execução do projeto. É fundamental o alinhamento entre gestores, arquitetos, engenheiros .

A Figura 60 indica em planta a conexão entre os painéis 02 e 03, etapa onde foi identificada a junção de vedações que atendem níveis diferentes de pé-direito, ou seja, envolvendo ponderações quanto à concepção dos mesmos e o içamento,

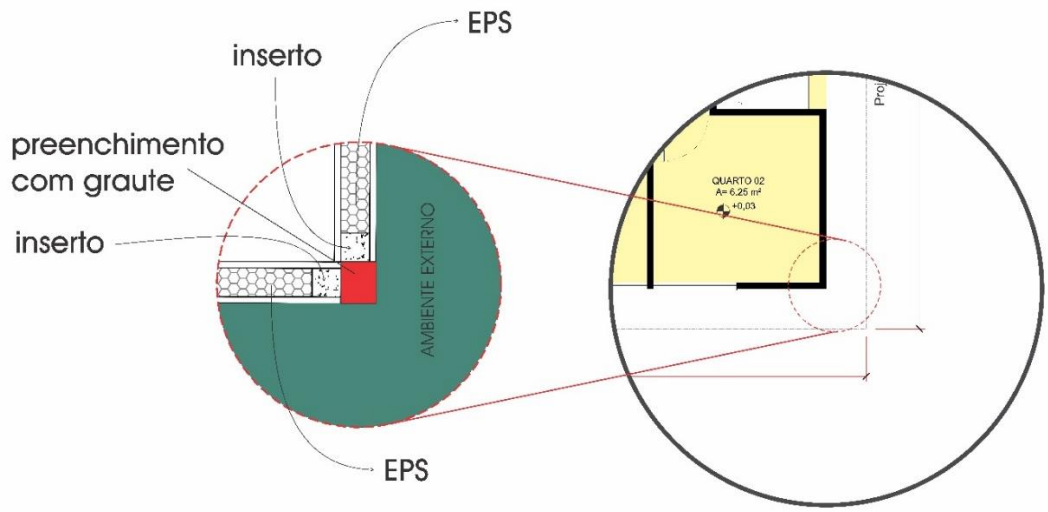
podendo variar a espessura para evitar deformações durante o içamento e locação na estrutura de fundação ideal. Nestes casos é importante adaptar as distâncias do insertos e definir com maior cuidado os pontos para o transporte dos painéis (local dos ganchos de içamento e soldagem). É importante salientar que estas decisões devem estar embasadas na qualidade do ambiente construindo, sem prejudicar as dimensões do projeto e que atenda demandas futuras de ampliação.

Figura 59 - Conexão entre os painéis 01 e 06 (menor espessura) por meio do modelo de ligação de cisalhamento plana tipo plana.



Fonte: O próprio autor, 2020.

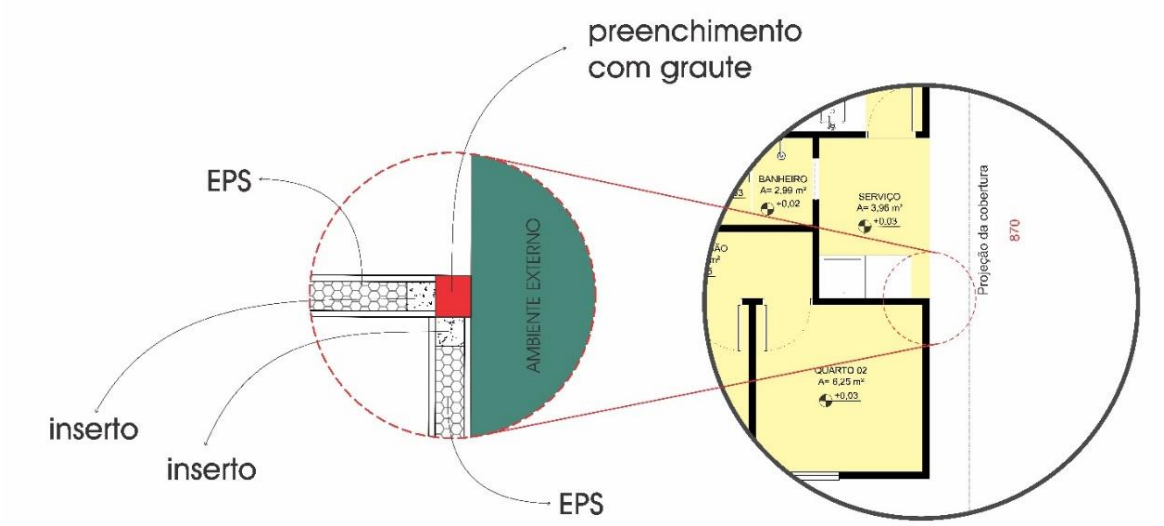
Figura 60 - Conexão entre os painéis 02 e 03 (o maior painel deste setor de análise) por meio do modelo de ligação de cisalhamento plana tipo plana.



Fonte: O próprio autor, 2020.

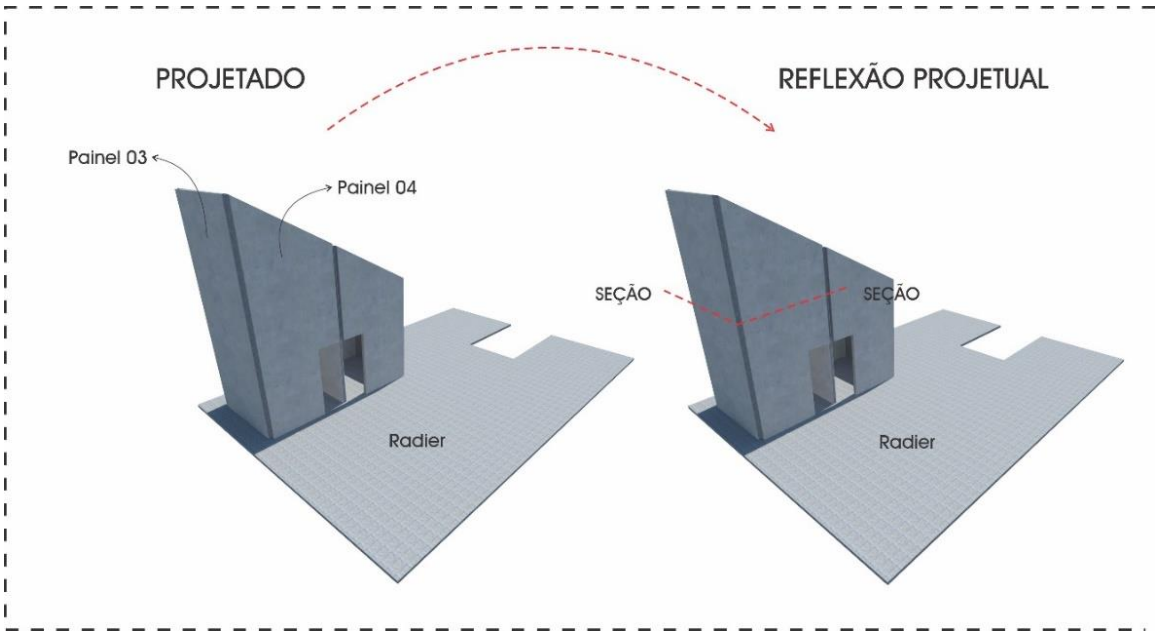
As Figuras 70, 71 e 72 representam a conexão entre os painéis 03 e 04, conforme informações fornecidas no apêndice (projeto técnico). Os referidos painéis são considerados os de maior comprimento e altura em sua totalidade, ou seja, painéis mais suscetíveis a deformação estrutural durante o processo de içamento (Flambagem, fissuras etc.). Uma orientação para este perfil de projeto com painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS é verificar onde há trechos com pé-direito duplo e transformar estes painéis de maior perímetro em dois, ou seja, fragmentando-os e promovendo ajuntamentos horizontais (Figura 71), reduzindo as possibilidades de deformação.

Figura 70 – Conexão entre os painéis 03 e 04 por meio do modelo de ligação de cisalhamento plana em planta.



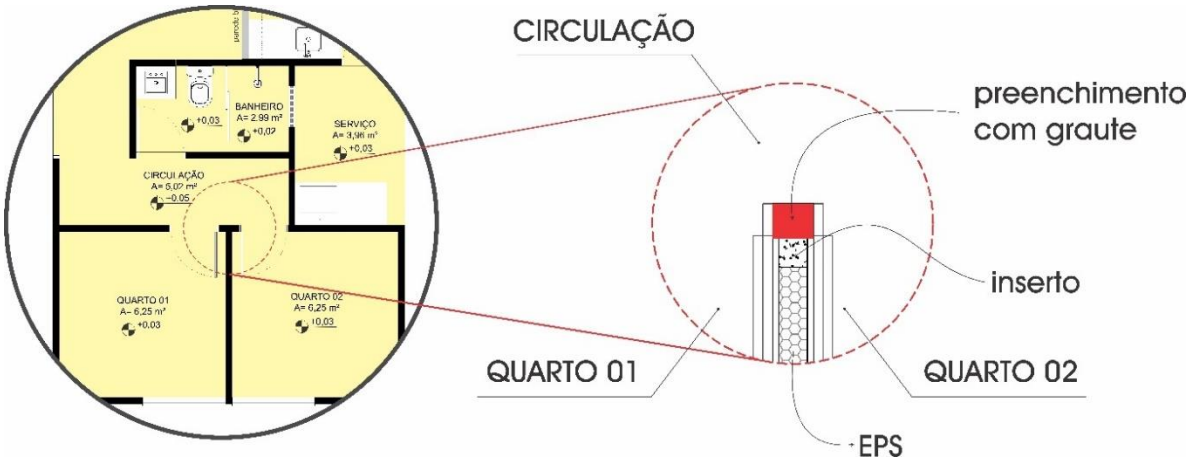
Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 71 – Conexão entre os painéis 03 e 04 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana projetado com perspectiva produzida pelo *software sketchup* (maquete 3D).



Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 72 – Conexão entre os painéis 04, 05 e perpendicularmente o 07 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana com a utilização de graute entre as portas de acesso aos quartos.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Além das junções entre painéis, sua execução também conta com esquadrias, como portas e janelas de alumínio, já que todas as vedações são enviadas na medida exata, prevendo a instalações.

Neste trecho de análise, alguns problemas foram identificados e sanados, pois o conceito de metaprojeto proporciona, como já relatado em fases teóricas, a visão crítica e reflexiva e proporciona ações mediante aos entraves detectados. O arquiteto utiliza conscientemente ou inconscientemente o conceito de metaprojeto e customização em massa, em alguns casos, na busca de novos conhecimentos, dentro e fora das áreas de seu domínio que dialoguem, de certa forma, com etapas projetuais, aumentando assim, o leque de possibilidades técnicas, teóricas e criativas. A Figura 73 apresenta uma síntese por meio de um vídeo que demonstra as soluções afim apresentadas.

Figura 73 – Leitor *QR Code* para visualização da animação do setor 01 projetado com painéis tipo sanduíche pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS (com e sem argamassa de revestimento).

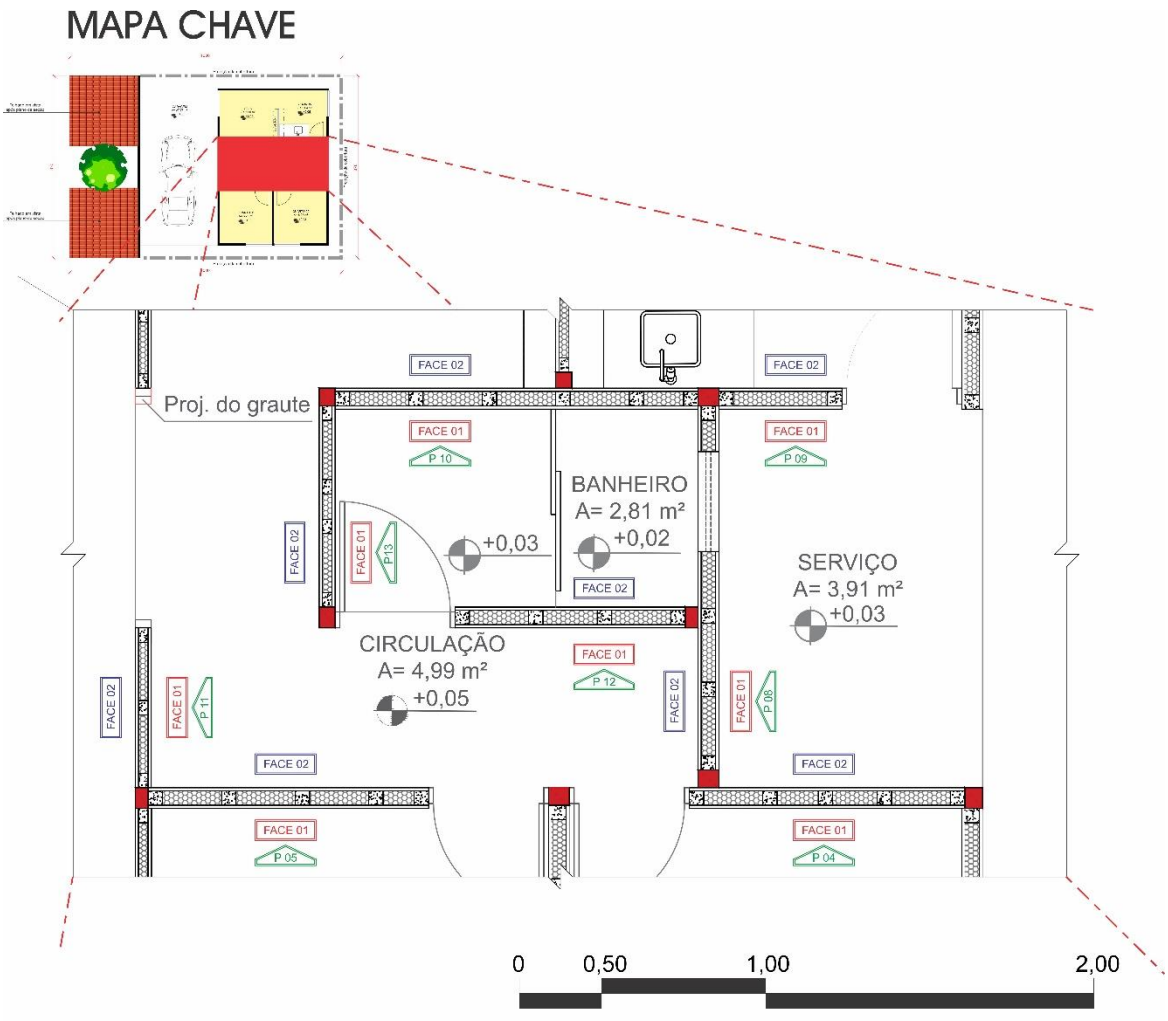
Fonte: O próprio autor, 2020.

Na segunda etapa de análise, tem-se o setor de análise 02, compor por circulações e áreas molhadas, agregando considerações empíricas e técnicas.

B) Setor de análise 02

O setor de análise 02 compreende duas das três áreas molhadas da edificação além circulação (Figura 74). Neste viés da pesquisa, outras perspectivas surgiram durante o processo projetual e o nível de complexidade ampliou em decorrência do diálogo constante com as instalações prediais e as percepções do conceito de customização em massa neste trecho.

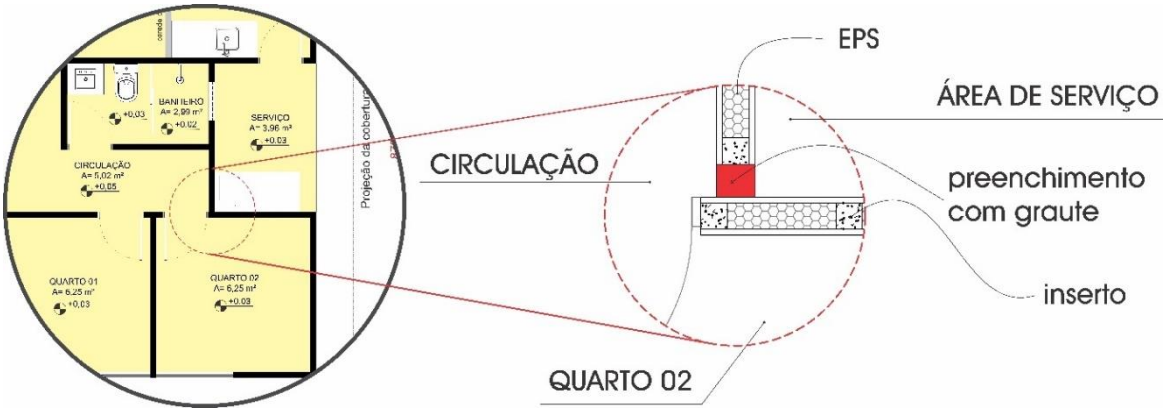
Figura 74 - Planta de habitação mínima com área útil de 57,87 m² com os painéis de vedação pré-fabricados tipo sanduíche com núcleo em EPS e ligação de compressão estreita (Setor de análise 02).



Fonte: O próprio autor, 2020.

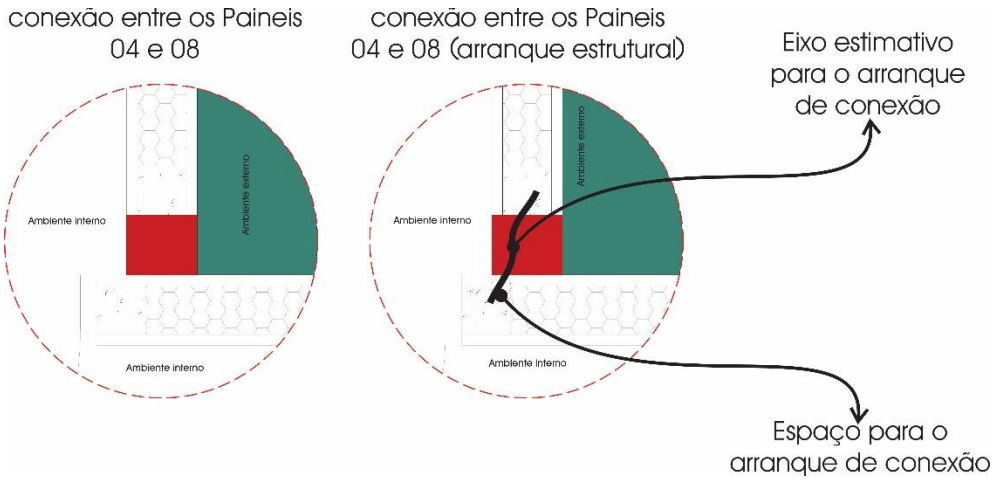
A Figura 75 representa o primeiro embate identificado em consequência do desalinhamento do inserto do 04 com o painel 08, ocasionando revisões para que ambos se encontrassem. Diante do exposto, notou-se que o projeto deve, preferencialmente, ser desenhado após previsão dos tamanhos dos insertos, espaçamentos de largura do EPS, ou seja, prevendo de imediato os eixos dos painéis e seus componentes conforme especificado e revisado na norma de coordenação modular (NBR 15873). Um dos desafios detectados foi o de possibilitar a conexão do Painel 04 com o Painel 08 por falta de alinhamento dos arranques de ambas as peças (Figura 76). Neste caso, a melhor alternativa seria aumentar a largura do incerto esquerdo do Painel 04 para facilitar a ligação com o Painel 08.

Figura 75 – Desalinhamento estrutural entre os painéis de ligação tipo plana 04 e 08.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 76 – Eixo estimativo para o arranque estrutural entre os Painéis 04 e 08 no modelo de ligação plana de cisalhamento.

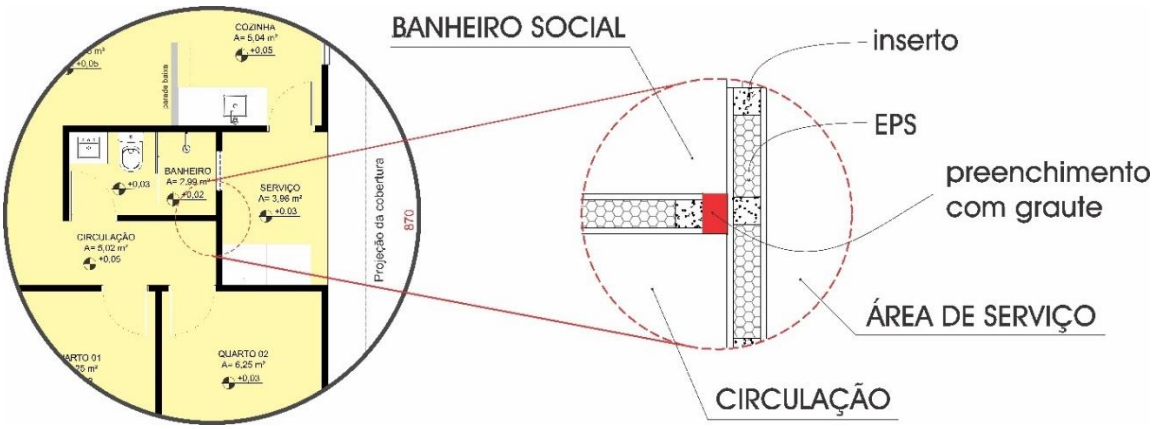


Fonte: O próprio autor, 2020.

A grande estratégia foi permitir que os sistemas e componentes tenham medidas padronizadas, mesmo em trechos de menores espessuras em decorrência dos vãos, de forma industrializada e que sejam compatibilizados desde o projeto. Desse modo, a construção se torna mais racionalizada, inteligente e com alto índice de produtividade.

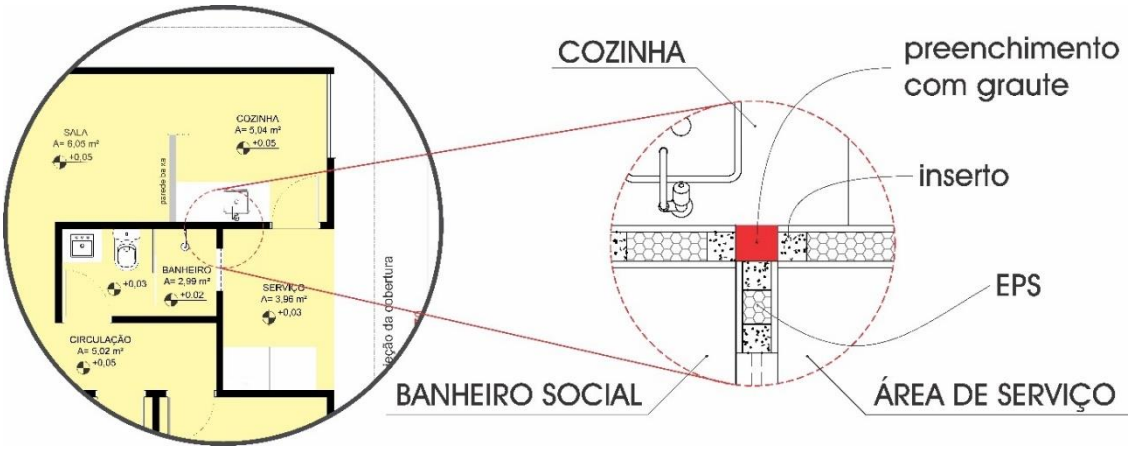
O sistema modular facilita a industrialização e padronização de métodos e detalhes. Além disso, contribui para o controle da produção quando usa técnicas pré-definidas, diminui intercorrências nas interfaces entre os componentes, elementos e subsistemas, além de reduzir erros na mão de obra contratada. As Figuras 77 e 78 expõem conexões perpendiculares onde não houve grandes ajustes. Com a coordenação modular, o controle de execução é mais efetivo, inclusive com redução de patologias.

Figura 77 – Conexão entre os painéis 08 e 11 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana em planta.



Fonte: O próprio autor, 2020.

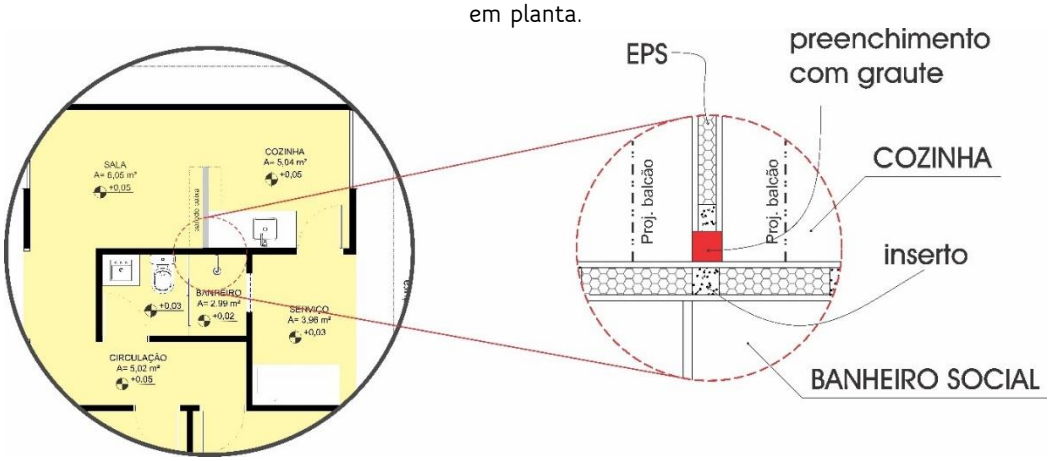
Figura 78 – Conexão entre os painéis 08 e 09 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana em planta.



Fonte: O próprio autor, 2020.

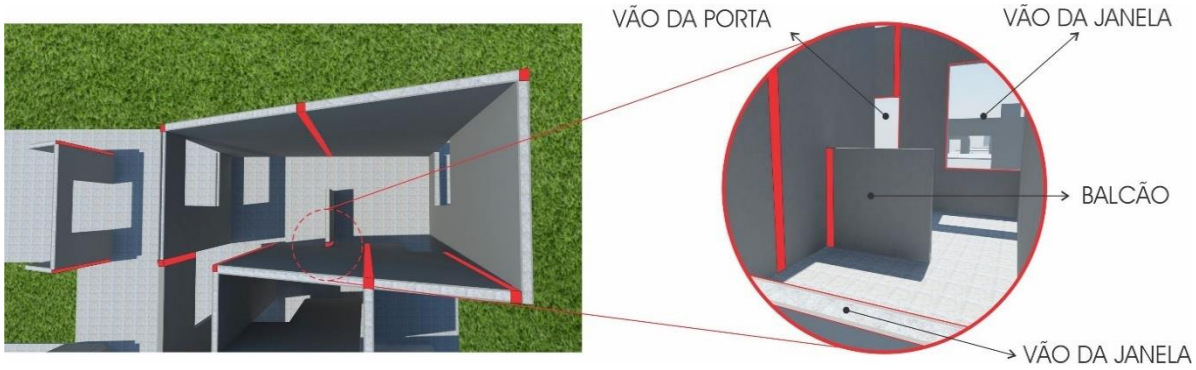
O processo de projeto e desenho dos painéis tipo sanduíche pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS requer atenção no que tange à suas proporções e esforços estruturais. A Figura 79 revela a preocupação em prever a junção entre painéis com pé-direito dispares. Nestes casos os arranques de aço a serem soldados consideram apenas o trecho onde há a ligação entre os painéis (Figuras 80, 81 e 82).

Figura 79 – Conexão entre os painéis 10 e 18 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana em planta.



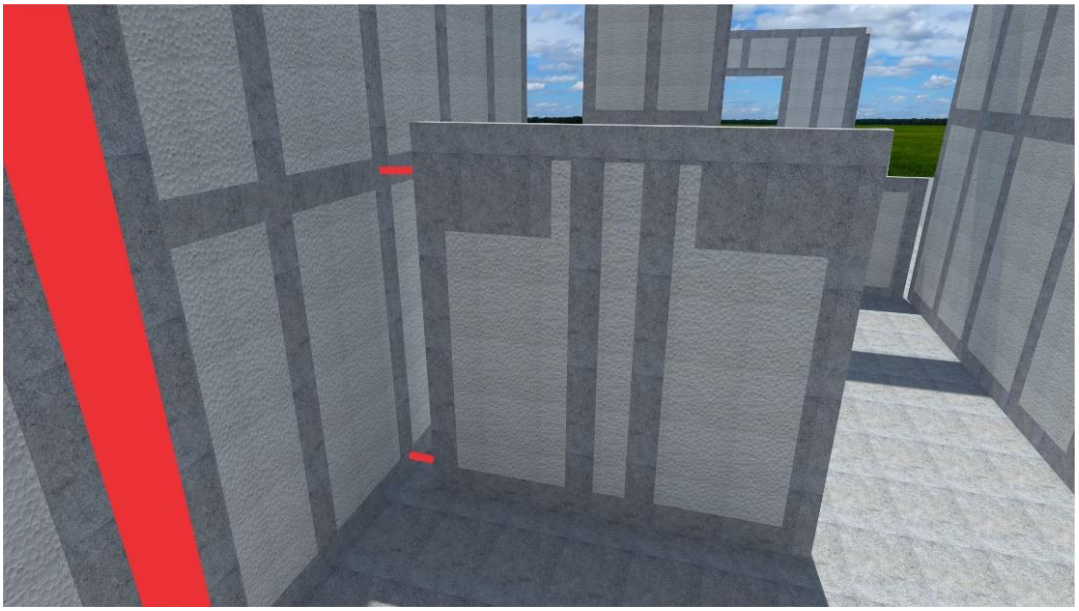
Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 80 – Conexão entre os painéis 10 e 18 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana em perspectiva no *software sketchup*.



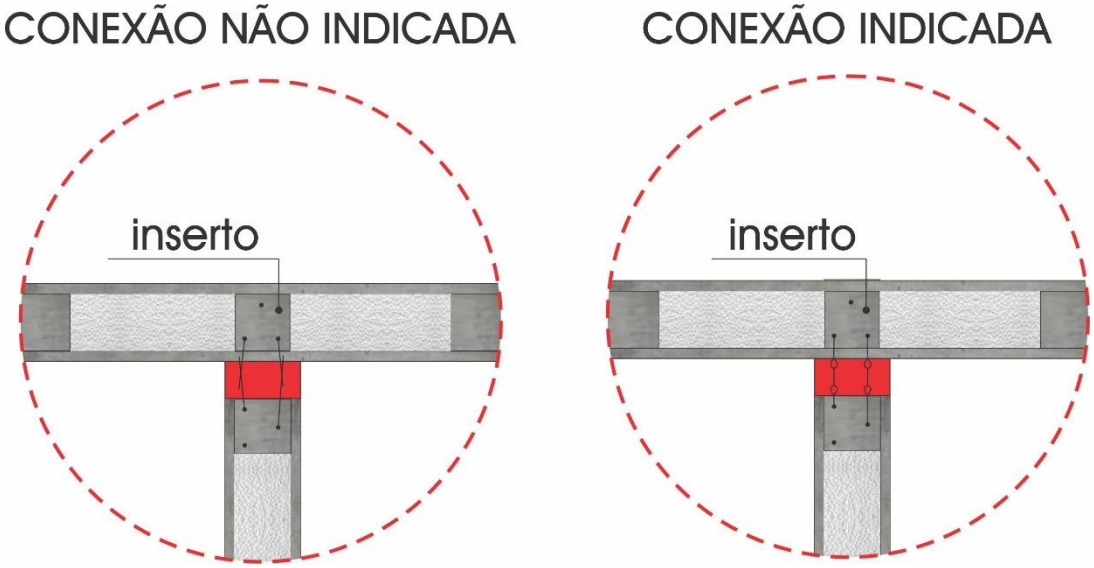
Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 81 – Conexão entre os painéis 10 e 18 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana em perspectiva no *software sketchup* com insertos e EPS expostos, bem como detalhe em evidência dos arranques de aço para amarração do painel do balcão com a vedação vertical.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 82 – Conexão entre os painéis 10 e 18 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana e as considerações sobre amarração estrutural.

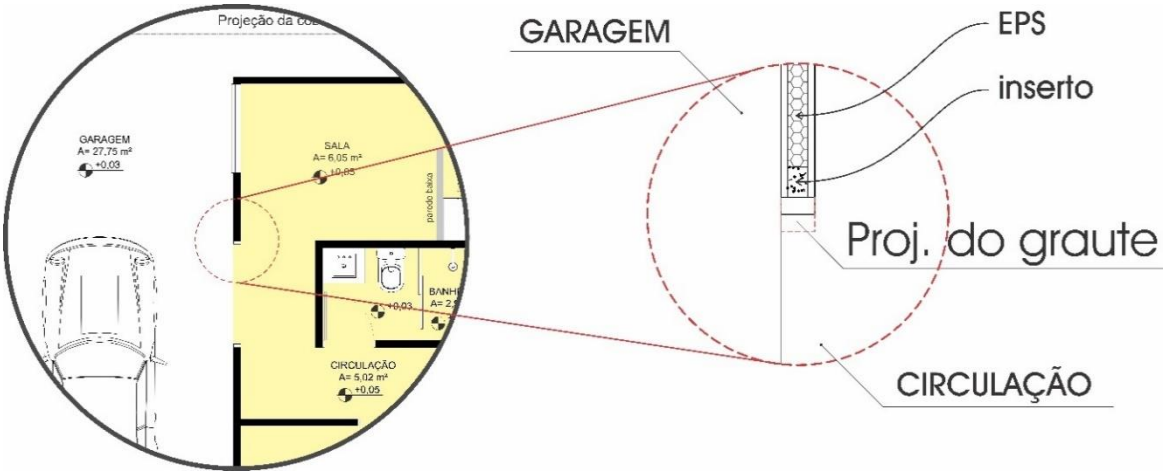


Fonte: O próprio autor, 2020.

A conexão indicada consiste em duas alças metálicas para facilitar o encaixe entre os painéis verticais, reduzindo os riscos de acidentes no canteiro de obras e danificações da própria peça de vedação durante seu içamento/transporte. Posteriormente, alocados na estrutura de fundação, são coadunados por soldagem.

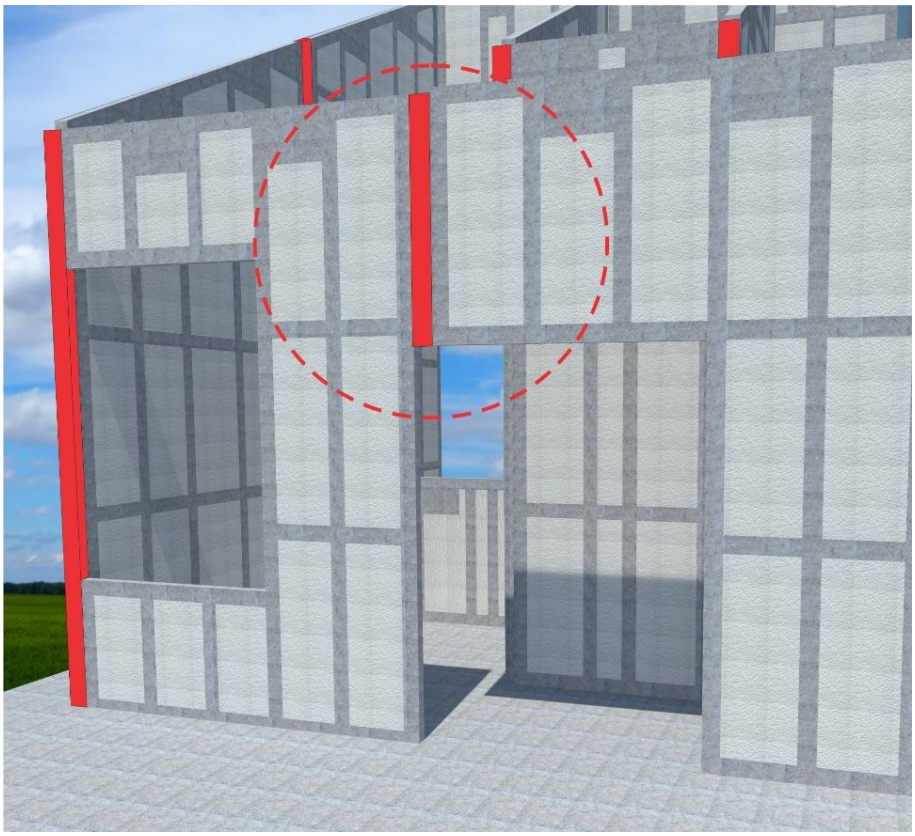
O trecho de conexão entre os painéis 11 e 17 (Figuras 83 e 84) apontam o preenchimento com graute apenas acima do vão da porta. Diante dessa conjuntura, é recomendado que em casos como esse, os referidos painéis sejam os últimos a serem interligados em função do grau de dificuldade em mantê-los em pé para finalização da execução. O conceito de customização em massa (CM), em sua teoria, exige estratégias e manejos de alta eficiência, capazes de minimizar o advento de intercorrências para potencializar o nível estratégico projetual de um determinado produto.

Figura 83 – Conexão entre os painéis 11 e 17 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana acima do vão da porta de acesso a edificação.



Fonte: O próprio autor, 2020.

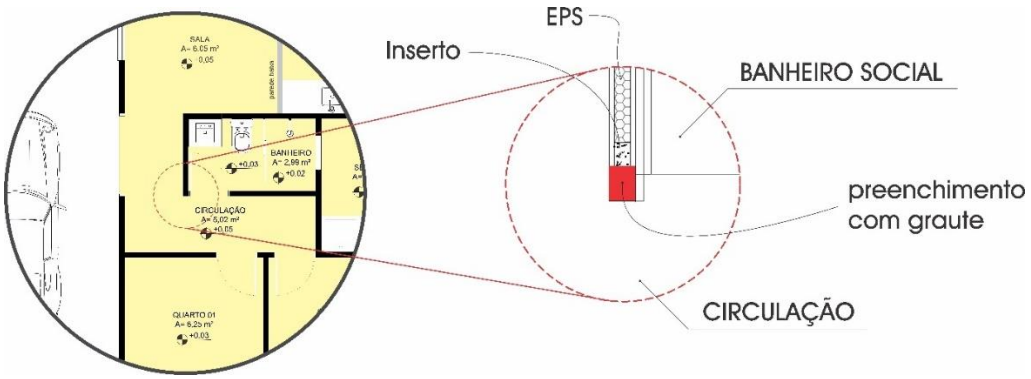
Figura 84 – Conexão entre os painéis 11 e 17 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana em perspectiva no *software sketchup* acima do vão da porta de acesso a edificação sem argamassa de revestimento.



Fonte: O próprio autor, 2020.

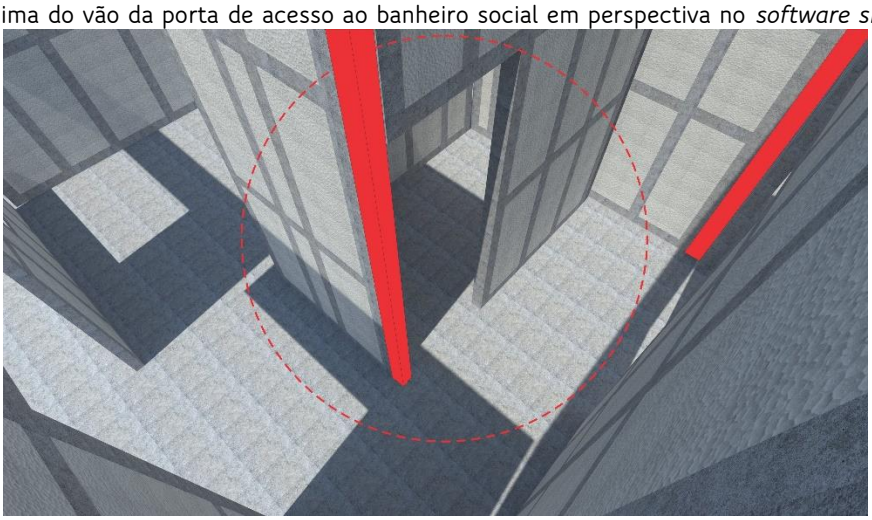
O último trecho de conexão do Setor 02 (Figuras 85 e 86) exige, no canteiro de obras, maior número de fôrmas para o enchimento com graute por se tratar de painéis projetados em uma parte onde está alocado o vão da porta do banheiro. No investimento em construções de escala industrial, é indispensável que seus componentes construtivos tenham esse módulo, proporcionando compatibilidade dentre vários elementos do projeto e a construção propriamente dita, simplificando o processo de montagem.

Figura 85 – Conexão entre os painéis 13 e 12 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana acima do vão da porta de acesso ao banheiro social.



Fonte: O próprio autor, 2020.

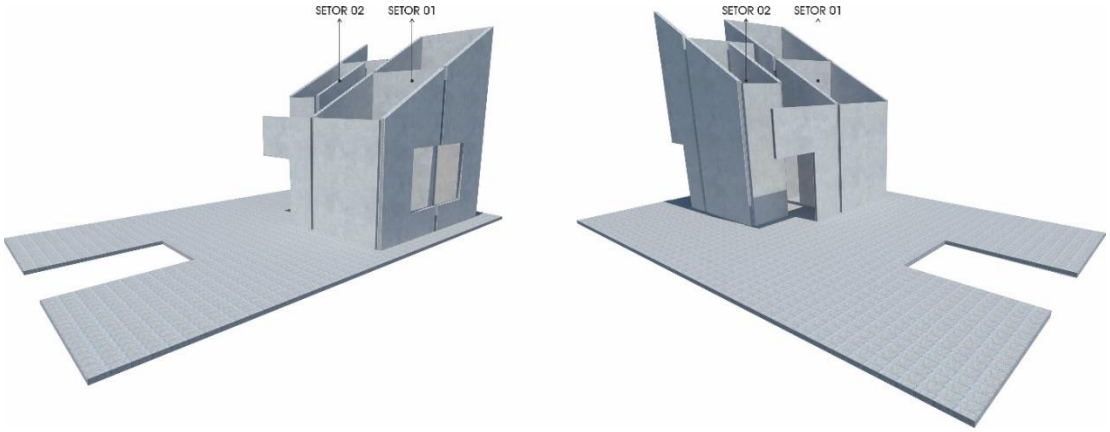
Figura 86 – Conexão entre os painéis 13 e 12 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana acima do vão da porta de acesso ao banheiro social em perspectiva no *software sketchup*.



Fonte: O próprio autor, 2020.

No viés da industrialização da construção civil industrializada, os painéis tipo sanduíche mistos de concreto armado e núcleo em EPS moldados *in loco* amplificam seu potencial de desempenho quando se adota princípios de coordenação modular desde a concepção do projeto arquitetônico. As Figuras 87 e 88 coadjuvam na compreensão dos Setores 01 e 02 em perspectivas.

Figura 87 – Conexão por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana entre os Setores 01 e 02 em perspectiva no *software sketchup*.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 88 – Leitor *QR Code* para visualização da animação do setor 02 projetado com painéis tipo sanduíche pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS (com e sem argamassa de revestimento).

Fonte: O próprio autor, 2020.

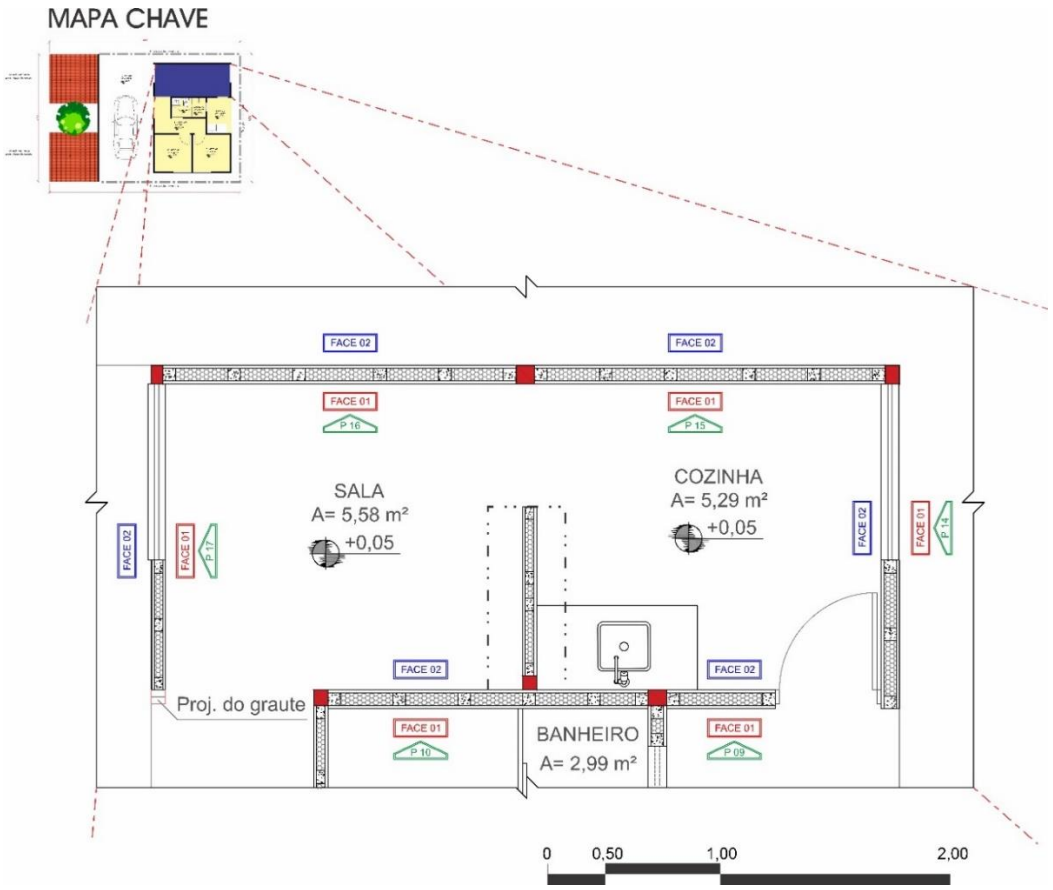
As fôrmas (ou moldes) são uns dos principais itens na execução das vedações verticais com painéis tipo sanduiche mistos de concreto armado com núcleo em EPS. Como já citado, beneficiam um projeto previsto como modulado. Ao adotar-

se dimensões a ser utilizadas no projeto de arquitetura elimina-se a necessidade de elementos específicos e não padronizadas, reduzindo custo das fôrmas. Uma grande vantagem nesse processo de projeto é que as fôrmas se ajustam as ideias, proporcionando inúmeras possibilidades.

C) Setor de análise 03

O Setor 03 integra o projeto de arquitetura com a sala de estar integrada com a cozinha (Figura 89). Os ambientes integrados proporcionam a sensação de amplitude e conforto para quem se locomove de uma área a outra. Além disso, melhoram a iluminação dos espaços e tornam mais fácil a circulação do ar (ventilação cruzada), composições que intensificam as qualidades das edificações com dimensões mínimas.

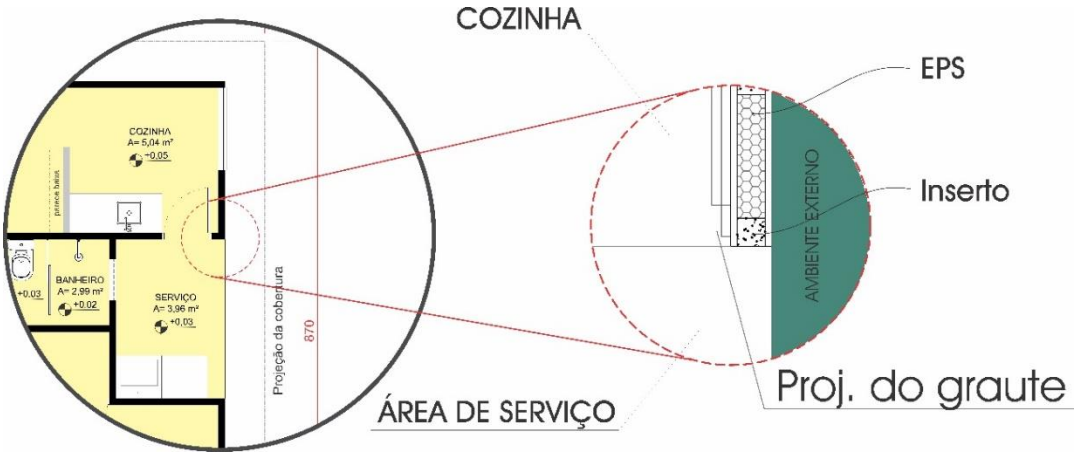
Figura 89 - Planta de habitação mínima com área útil de 57,87 m² com os painéis de vedação pré-fabricados tipo sanduíche com núcleo em EPS e ligação de compressão estreita (Setor de análise 03).



Fonte: O próprio autor, 2020.

A análise de conexão entre os painéis 09 e 14 (Figuras 90, 91 e 92) identificou a necessidade de promover a interligação na fase final da obra por serem painéis com maior dimensionamento (espessura e altura) e de maior complexidade na amarração entre eles. Nessa continuidade, não só no setor 03, mas no projeto como um todo, o recomendado é iniciar as conexões em partes com pé-direito menor e com espessuras reduzidas. A flexibilidade e o conceito de customização em na construção civil também devem contatar com a facilidade no processo de montagem do produto.

Figura 90 – Conexão entre os painéis 09 e 14 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana acima do vão da porta de acesso a cozinha.



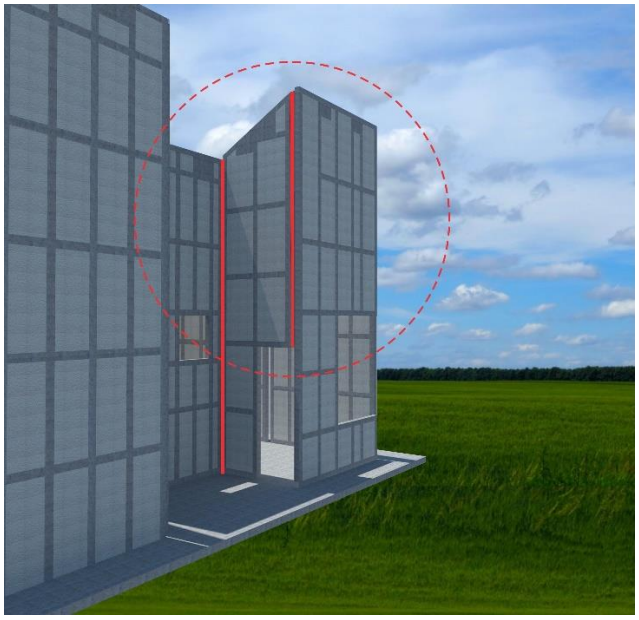
Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 91 – Conexão entre os painéis 09 e 14 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana com destaque do graute no *software sketchup*.



Fonte: O próprio autor, 2020.

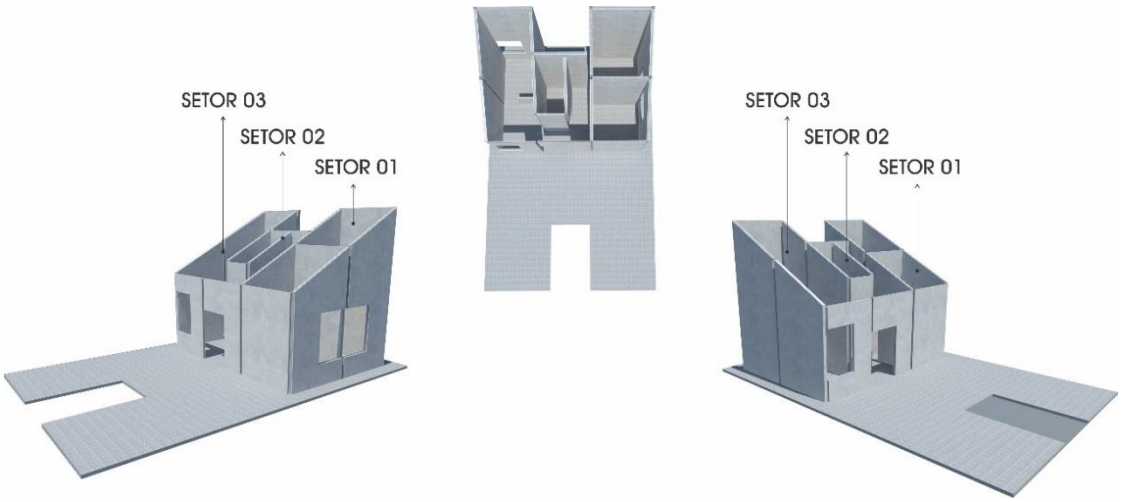
Figura 92 – Conexão entre os painéis 09 e 14 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana acima do vão da porta de acesso a cozinha em perspectiva no *software sketchup*.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Os demais painéis deste trecho não apresentaram grande teor de dificuldade nas conexões além das que já foram destacadas nesse processo de concepção e montagem dos componentes de vedação da referida edificação. As informações complementares podem ser conferidas no apêndice deste trabalho e nas Figuras 93 e 94.

Figura 93 – Conexão por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana entre os Setores 01, 02 e 03 em perspectiva no *software sketchup.*



Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 94 – Leitor *QR Code* para visualização da animação do setor 03 projetado com painéis tipo sanduíche pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS (com e sem argamassa de revestimento).

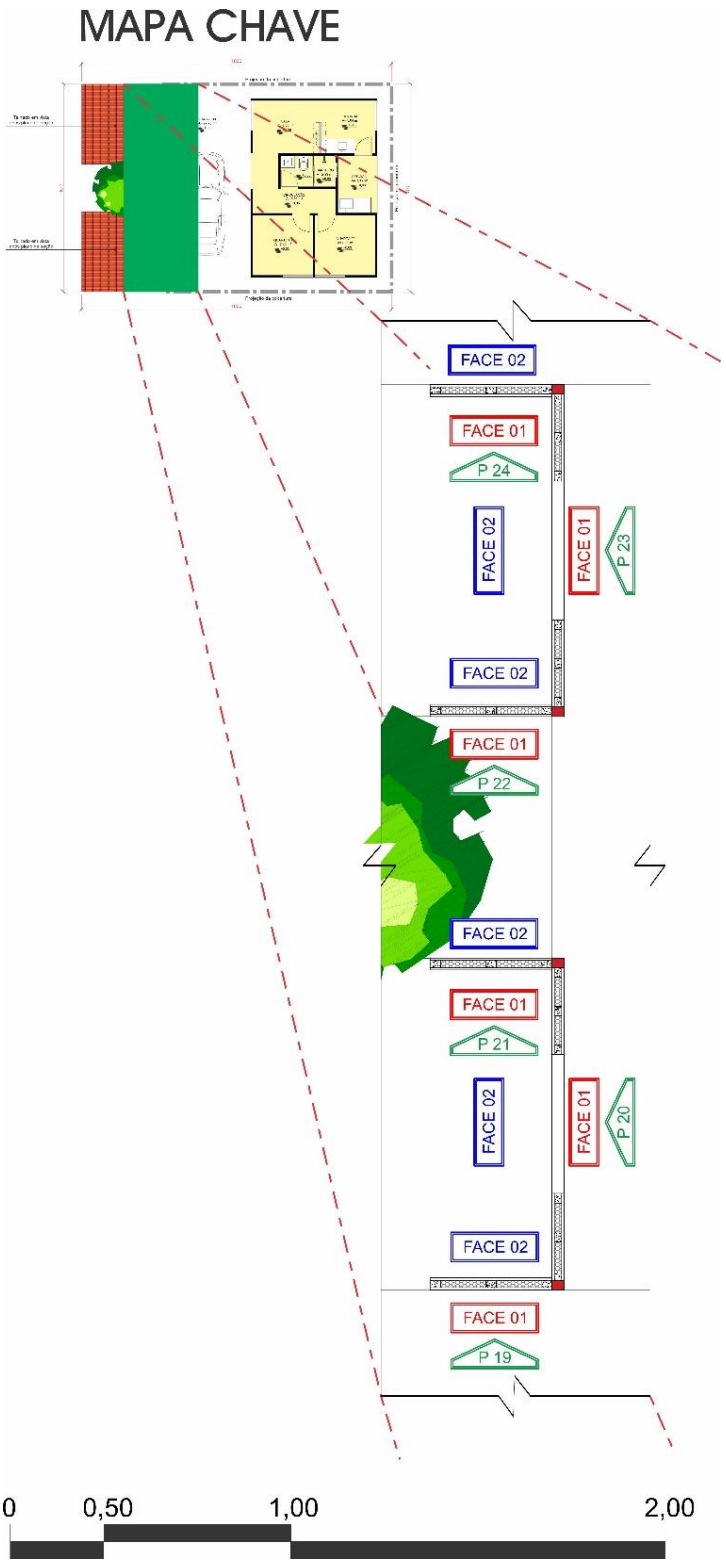
Fonte: O próprio autor, 2020.

A coordenação modular no contexto atual, retratava uma série de questões não solucionadas, como por exemplo: adaptação dos componentes, materialidade a um sistema modular, padronização e unificação do módulo e o preparo da mão de obra qualificada, todavia, diferente dessas observações, a presente pesquisa aponta soluções e ajustes, e uma das mais importantes é a adaptabilidade das fôrmas em função dos desenhos dos painéis. Por último, tem-se o Setor 04 do projeto, que engloba os espaços de integração com o ambiente externo.

D) Setor de análise 04

O Setor 04 (Figura 95) refere-se a área externa do projeto em análise, sendo: garagem e paisagismo. As ampliações nas pequenas e grandes construções podem ocorrer em ambientes internos e externos por meio da arquitetura e interiores, reforma, ampliação e em alguns casos até o restauro. O conceito de customização em massa se ajusta com maior facilidade a partir do momento que o projetista prevê ampliações futuras proporcionando um maior número de possibilidades. A garagem do projeto, por exemplo, é uma área de alto potencial para futuras ampliações e adequações, considerando que nem todas as famílias utilizam o carro como meio de locomoção, seja por questões econômicas e até mesmo de consciência ecológica.

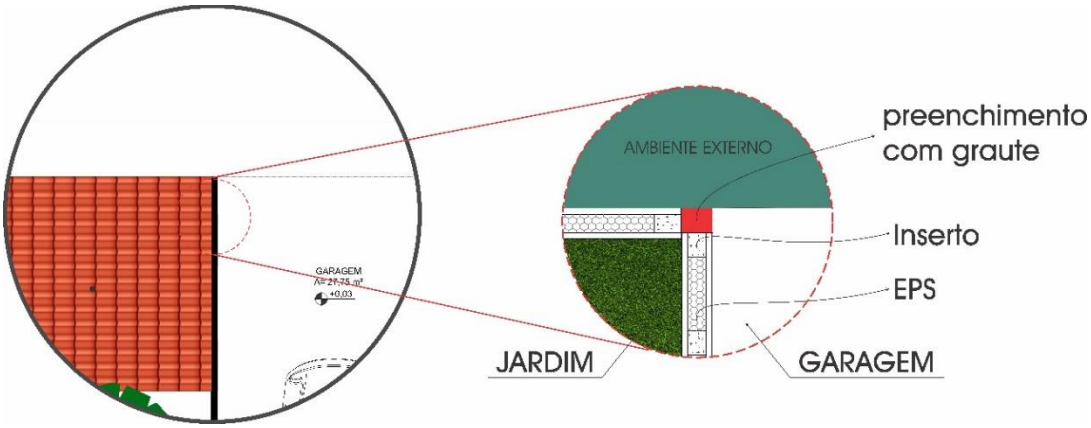
Figura 95 - Planta de habitação mínima com área útil de 57,87 m² com os painéis de vedação pré-fabricados tipo sanduíche com núcleo em EPS e ligação de compressão estreita (Setor de análise 04).



Fonte: O próprio autor, 2020.

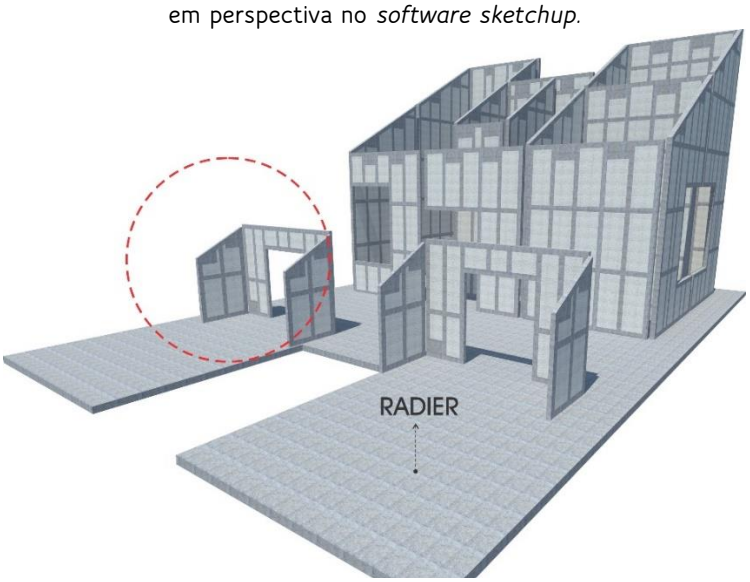
As Figuras 96 e 97 exibe o ajuntamento entre os painéis 23 e 24 que funcionam para estruturar esta zona e, tecnicamente, possuem as menores medidas em relação ao resto do projeto, com exceção do painel empregado no balcão da cozinha (painel 18). Em linhas gerais, painéis que possuem menor dimensão são mais fáceis de serem içados até a estrutura de fundação e as chances de sofrerem alguma deformação são reduzidas.

Figura 96 – Conexão entre os painéis 23 e 24 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana entre a garagem e o ambiente externo.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 97 – Conexão por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana entre os painéis 23 e 24 em perspectiva no *software sketchup*.

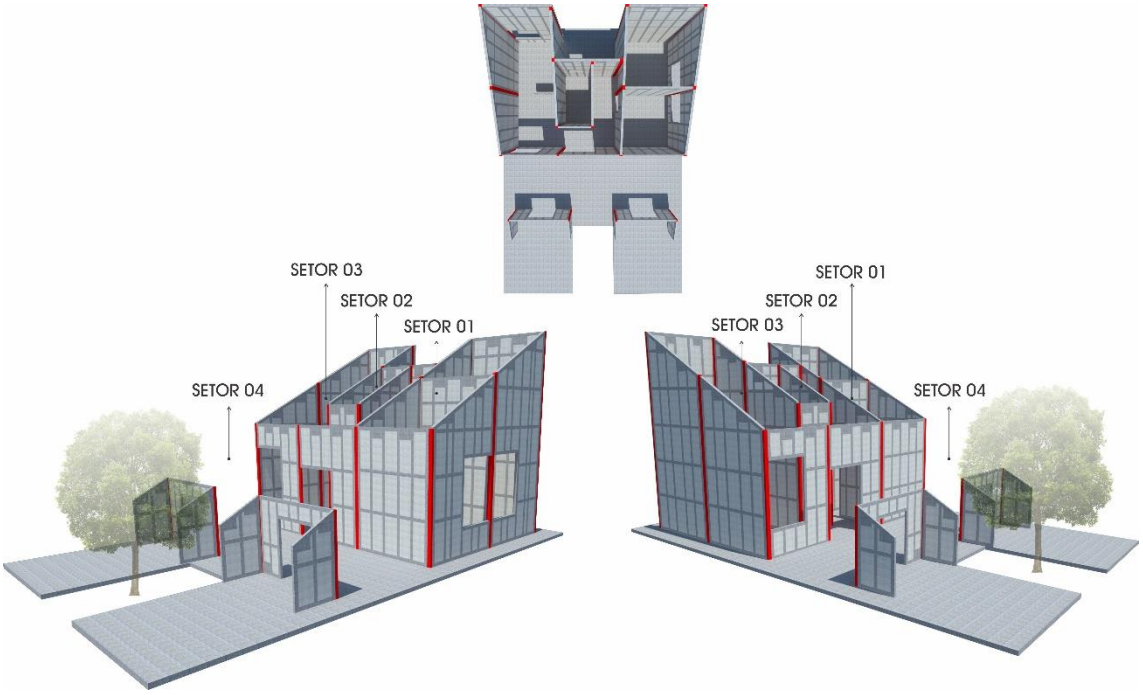


Fonte: O próprio autor, 2020.

Um projeto de arquitetura que utiliza o recurso de customização em massa não é recomendável repassar para o cliente todas opções de adequação, visto que uma variedade excessiva de opções propende a resultar em altos custos em projeto, produção, estoque e logística. Diante dessa conjuntura, no âmbito da construção civil é fundamental o desenvolvimento de um agrupamento de opções possíveis para a customização pelo cliente, e nisso envolve a etapa de projeto (estudo preliminar).

A composição final de todos os setores (Figura 98) resultam no referido projeto que explorou a conexão entre os painéis por meio de ligação de cisalhamento planta, além de buscar variações com pé-direito e facilitar variações futuras da edificação, atendendo as exigências do método de CM.

Figura 98 – Conexão por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana entre os Setores 01, 02, 03 e04 em perspectiva no *software sketchup* sem argamassa de revestimento.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Após a participação do cliente a empresa ou o profissional responsável deve definir os processos para o fornecimento da customização, nesta pesquisa, por exemplo, considerou o sistema construtivo de painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS, o que possibilitou a variação das peças, ou seja, o desenho não foi restrito em decorrência da facilidade em prever os insertos e a leveza e adaptabilidade do poliestireno expandido (EPS).

O poliestireno é classificado entre os tipos P e F, sendo o P empregado para confecção de embalagens em geral e a categoria F (idealizado para o projeto desenvolvido nesta pesquisa) caracteriza painéis antichama que saem das fábricas já incorporados em sua matéria prima quando considerados de alta qualidade. Em linhas gerais, os painéis de poliestireno tipo F são indicados para todo tipo de construção modular, não só por sua leveza e facilidade de manuseio para a fabricação dos painéis, mas por se tratar de um material que retarda a chama, garantindo, segurança e conforto térmico e acústico. A Figura 99 expõe o resultado da conexão entre os setores de 01 a 04, possibilitando maior compreensão do projeto em sua totalidade técnica e criativa.

Figura 99 - Leitor *QR Code* para visualização da animação de todos os setores em análise (01 a 04) projetado com painéis tipo sanduíche pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS (com e sem argamassa de revestimento).

Fonte: O próprio autor, 2020.

As conexões por cisalhamento podem ser planas ou com chaves, conforme descrições no subitem a seguir.

4.2.2. Ligação de cisalhamento: com chaves

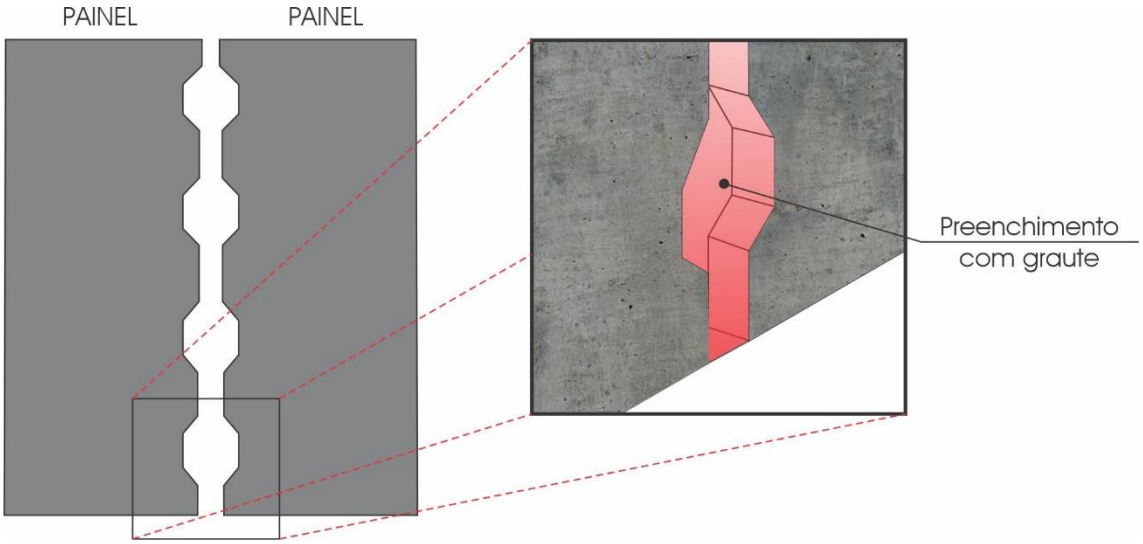
Além da ligação plana utilizada no projeto arquitetônico desta pesquisa, existem os tipos de ligação com chaves que se tornam mais vantajosos por dispor de uma menor deformidade. Em linhas gerais, a distribuição de esforços é mais definida.

O modelo de ligação por meio de chaves (Figuras 100 e 101) exige uma maior minuciosidade quanto ao desenho dos encaixes, ao mesmo tempo que proporciona ao projetista um maior número de variações que venham a atender desde o processo criativo até o próprio acabamento da obra. Ao utilizar painéis tipo sanduíche é possível executar a conexão de duas formas:

1. As ligações no experimento projetual deste trabalho utilizou a ligação de cisalhamento plana. Esse tipo de ligação é o mais simples de ser executado e não exige alterações na geometria do painel, não interferindo na integridade da ideia projetual e, consequentemente, contribuindo no método de customização em massa por facilitar expansões e ajustes internos e externos; e

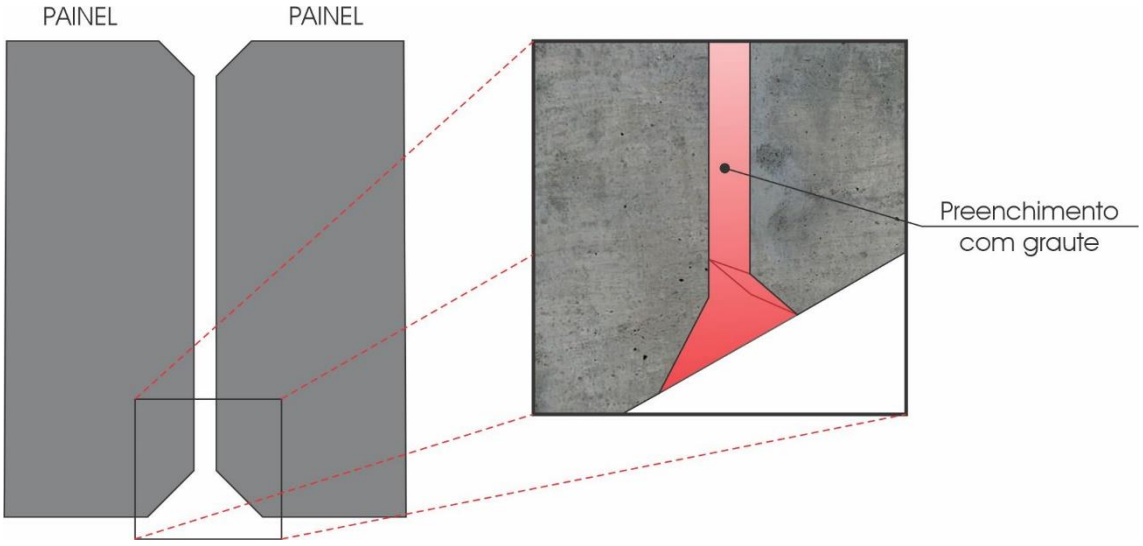
2. Já na ligação de topo entre dois painéis, seria possível executar a conexão por meio de chaves de cisalhamento nas placas. Deste modo, a interligação entre os painéis fica mais rígida, e em consequência a perda de isolamento térmico devido à troca do isolante pela argamassa de preenchimento (graute) no trecho de conexão.

Figura 100 – Painel de ligação de cisalhamento com chaves distribuídas.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 101 – Painel de ligação de cisalhamento com chaves concentradas.



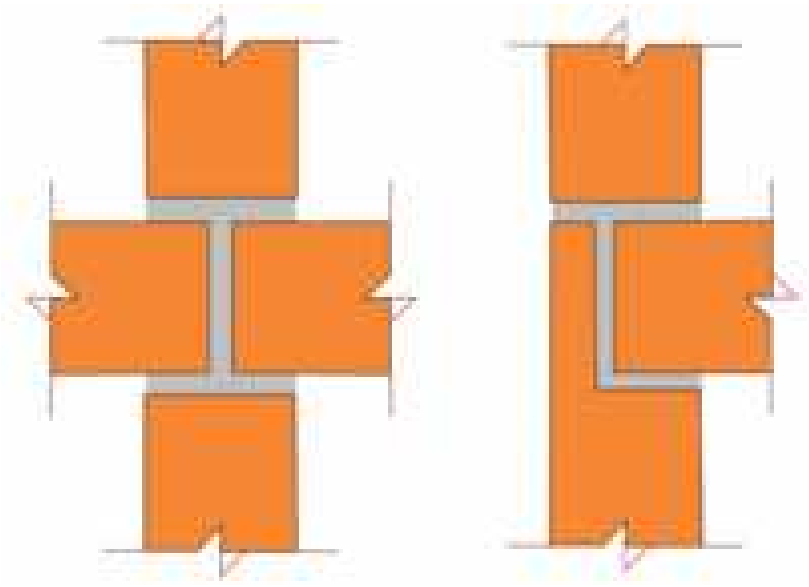
Fonte: O próprio autor, 2020.

O projeto arquitetônico em estudo utilizou-se como recurso, também, a análise de ligações por meio de compressão (subitem a seguir). Explorar recursos de conexão proporciona ao projetista uma visão holística sobre as inúmeras possibilidades de alinhamento de painéis, além de promover diversas reflexões quanto à estética do edifício, processo construtivo etc.

4.2.3. Ligação de compressão: Estreita

A experimentação com ligação/conexão do tipo compressão distribui os esforços perpendicularmente ao eixo de conexão entre eles, conhecidos também como esforço normal de compressão, fenômeno que resulta na nomenclatura da ligação/compressão. Nos casos em que os painéis possuem maior dimensão as ligações do tipo compressão concerniriam as ligações horizontais entre edificações com mais de um pavimento, entre painéis de vedação e painéis laje, ou seja, possuem resistência da seção transversal do painel. As Figuras 102 e 103 denotam os casos mais comuns, a ligação entre painéis de vedação e/ou laje.

Figura 102 – Ligação de compressão tipo estreita.



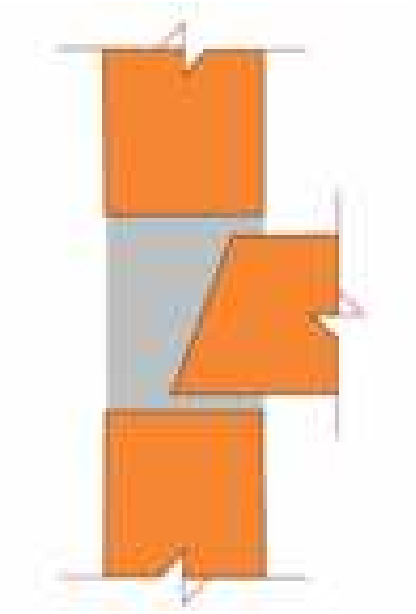
Fonte: O próprio autor, 2020.

O surgimento de fissuras entre as conexões dos painéis pode ocorrer em detrimento da retração na argamassa de preenchimento utilizada na ligação. No caso anterior (ligação de cisalhamento plana) as fissuras estão restritas à região de contato da argamassa de preenchimento com uma das faces do painel.

Uma desvantagem identificada no tipo de ligação de compressão estreita surge em decorrência das possíveis variações nas extremidades do painel, por exemplo, a

previsão de um chanfro (Figura 103), detalhe construtivo laborioso, justamente por compreender que é um modelo de conexão que pode variar (extremidades fabricadas com ângulos diferentes).

Figura 103 - Ligação de compressão estreita com painel chanfrado.



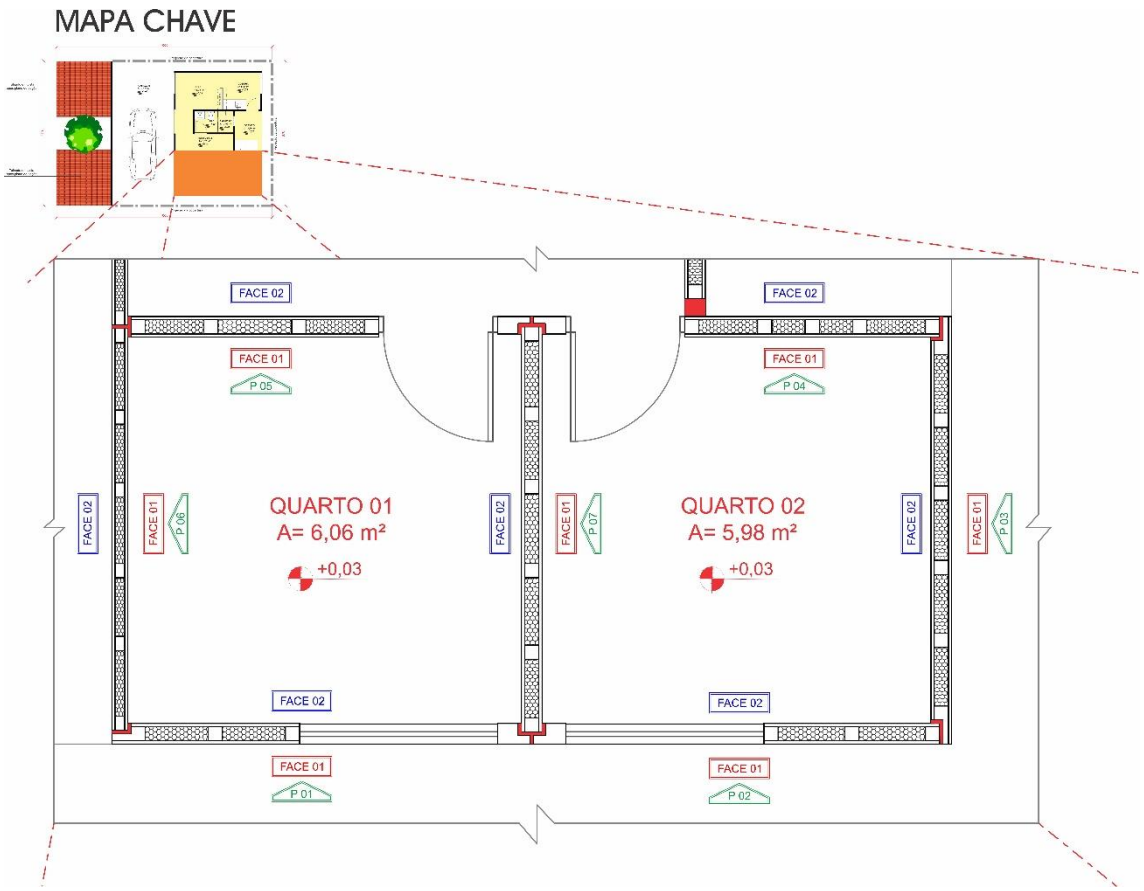
Fonte: Fonsêca 1994, adaptado pelo autor, 2020.

Desta forma, a segundo momento projetual utiliza como recurso a conexão por compressão e pontua qual das junções é aplicada.

A) Setor de análise 01

A segunda experimentação projetual (Figura 104) é o objeto de análise resultante do projeto arquitetônico inicialmente apresentado, mas agora por meio do segundo e último modelo de ligação por compressão estreita. O tipo de ligação interfere não só no desenho do projeto, mas também nas suas respectivas dimensões, ordem de locação da alvenarias de vedação, resultado estéticos, análises de possíveis ampliações e/ou reforma. O conceito de customização em massa (CM) interfere de forma significativa na logística e administração da obra, sendo um agente importante nos métodos de projeto.

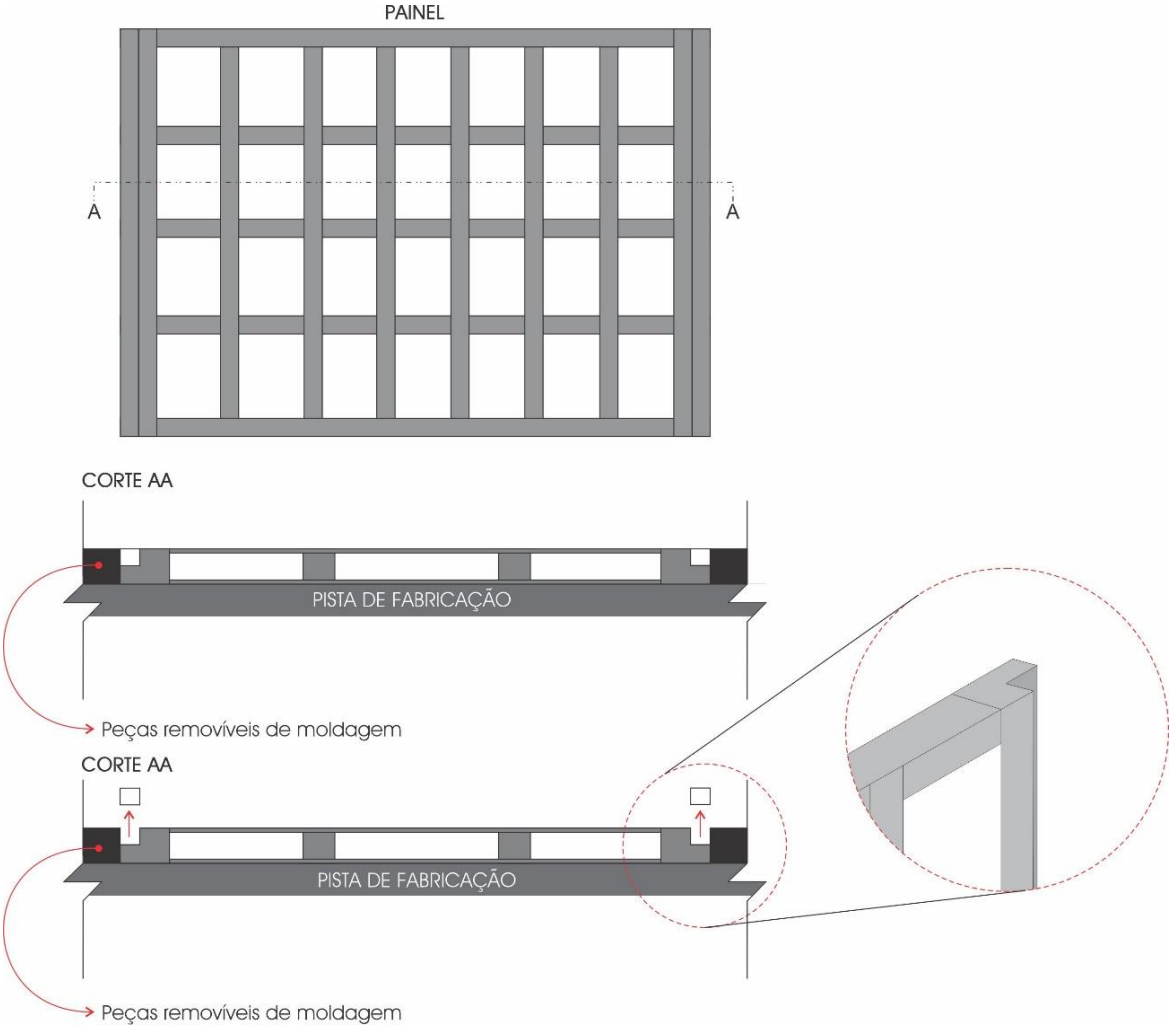
Figura 104 - Planta de habitação mínima com área útil de 57,87 m² com os painéis de vedação pré-fabricados tipo sanduíche com núcleo em EPS e ligação de compressão tipo estreita (Setor de análise 01).



Fonte: O próprio autor, 2020.

Neste caso, não dissemelhante da ligação de cisalhamento plana, os detalhes das conexões de compressão estreita apresentam-se de modo a auxiliar o projetista e os profissionais responsáveis na execução do projeto, lhes conferindo conhecimento básico do projeto e, consequentemente, orientado o processo de execução ideal, no que tange a organização espacial e material. Os painéis de compressão estreitam exigem moldes para caracterização de uma das faces (Figura 105), por exemplo, com o próprio EPS.

Figura 105 – Painel secionado na pista de fabricação com detalhamento da peça de EPS acrescentada para criar a subtração a ser conectada posteriormente.

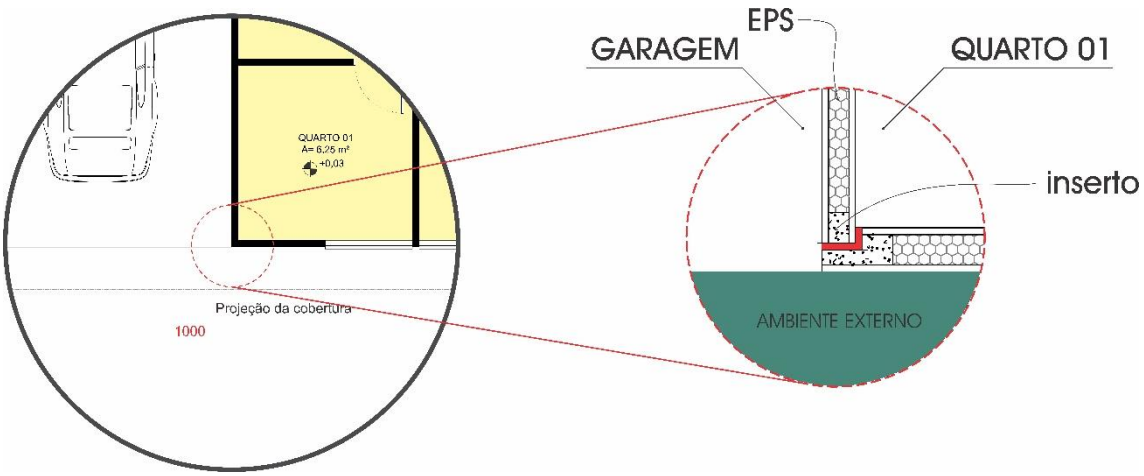


Fonte: O próprio autor, 2020.

Neste primeiro exemplo nota-se a importância de deixar clara algumas informações como: a face do painel e seu respectivo número, dados importantes não só para o projetista, mas para os profissionais envolvidos na execução do projeto. Não menos importante nos outros casos, mas nos painéis de ligação por compressão é de suma importância por considerar que há, comumente, consideráveis variações em um mesmo painel, aumentando o nível de complexidade no processo de içamento e locação das vedações modulares.

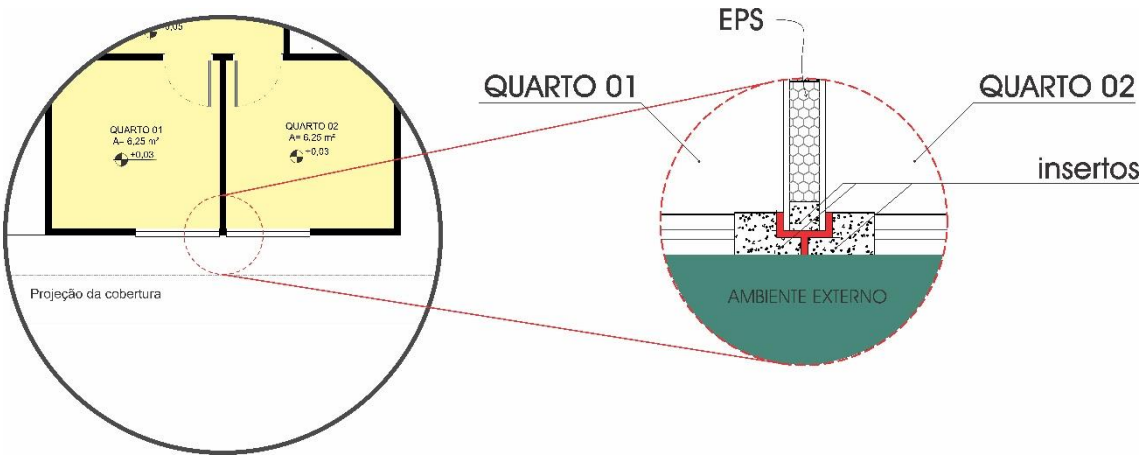
Da mesma maneira que nas conexões de cisalhamento tipo plana algumas considerações se fizeram importantes, a maioria delas se repetem no modelo de ligação por compressão estreita, e uma delas é a definição das espessuras dos painéis em função dos seus respectivos perímetros, bem como altura e largura. As Figuras 106, 107 e 108 apresentam a conexão entre os painéis 01 e 06, onde cada um possui uma espessura diferente em função do pé-direito definido em projeto arquitetônico.

Figura 106 – Conexão entre os painéis 01 e 06 por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita entre a garagem e o ambiente externo.



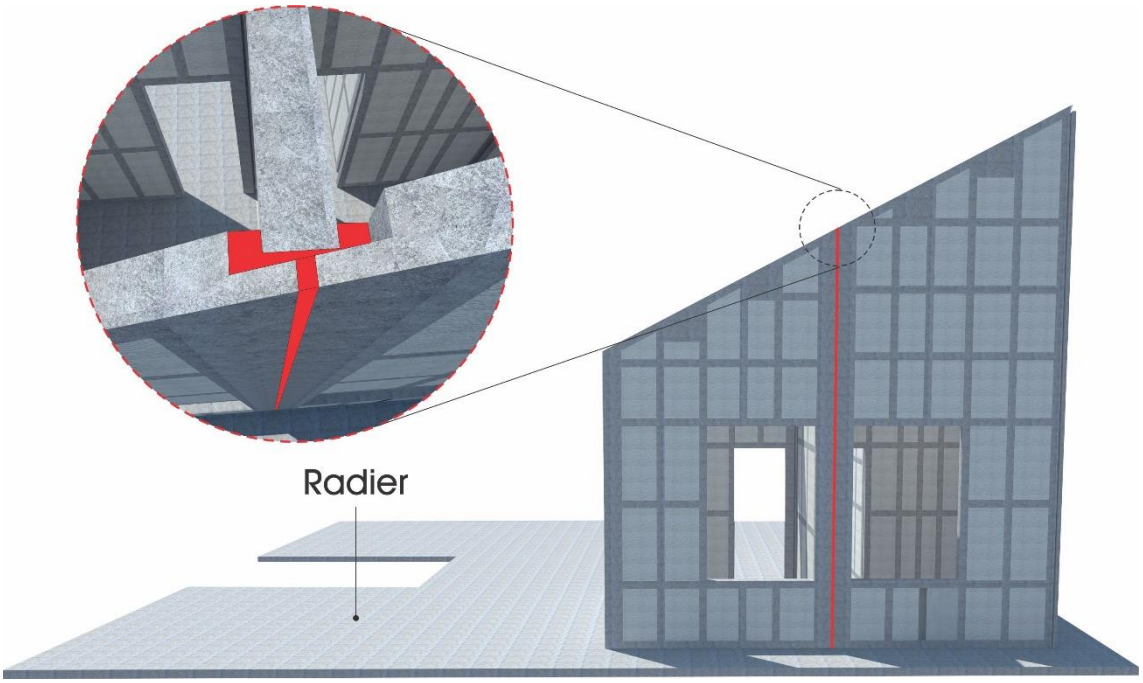
Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 107 – Conexão entre os painéis 01, 02 e 07 (perpendicular) por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita a fachada da edificação e o ambiente externo.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 108 – Conexão por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita entre os painéis 01, 02 e 07 (perpendicular) do setor de análise 01 em perspectiva no *software sketchup* sem argamassa de revestimento.



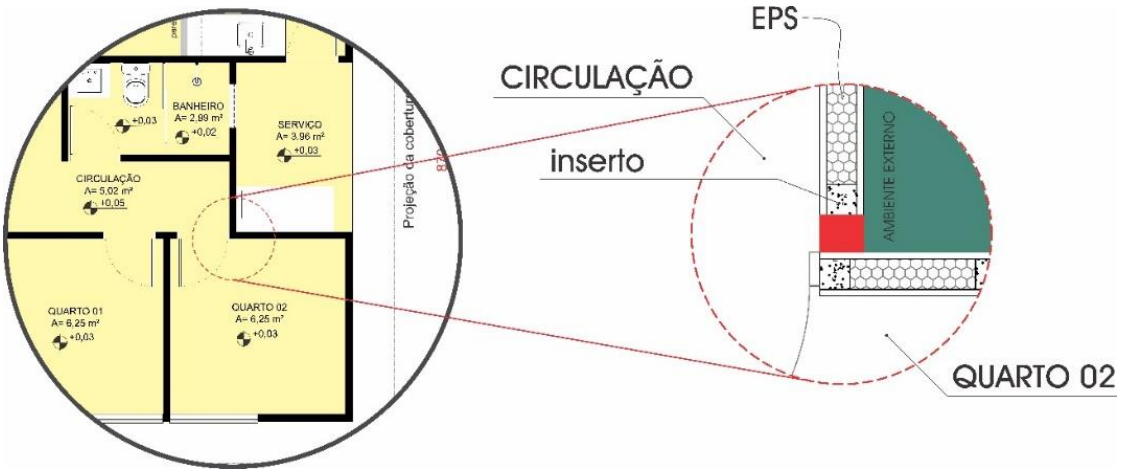
Fonte: O próprio autor, 2020.

A racionalização representa na construção civil a otimização do processo construtivo e, não menos importante, projetual. Por meio do planejamento estratégico, define-se o melhor método a ser usado e são aproveitadas de maneira mais eficiente os recursos materiais. Sendo assim, optou-se por repetir a ligação de cisalhamento plana (Figura 109) por se tratar de uma alternativa de raciocínio sistemático e lógico, visando eliminar imprevistos e propor a otimização de processos, além das particularidades já relatadas anteriormente sobre os painéis aqui em estudo (compressão estreita).

Notou-se que a pesquisa esteve indissociada dos modelos diferentes de conexão entre as vedações. Sendo assim, a ligação mecânica entre os painéis tipo cisalhamento plana (reutilizado aqui, como já citado) acontece por meio de soldas de barras e chapas de aço estrategicamente alocadas para esta finalidade e protegidas por argamassa e selante. Ainda neste contexto, a proteção final das juntas, externamente, é realizada por meio de selantes flexíveis, de forma a evitar

futuras oxidações (entrada de água da chuva ou de uso rotineiro em ambientes com áreas molhadas).

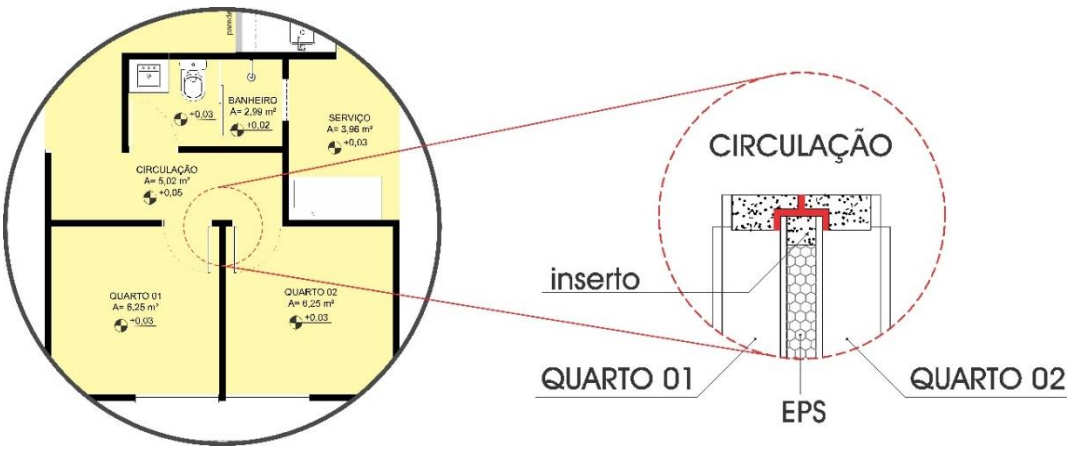
Figura 109 – Conexão entre os painéis 04 e 08 por meio do modelo de ligação de cisalhamento plana.



Fonte: O próprio autor, 2020.

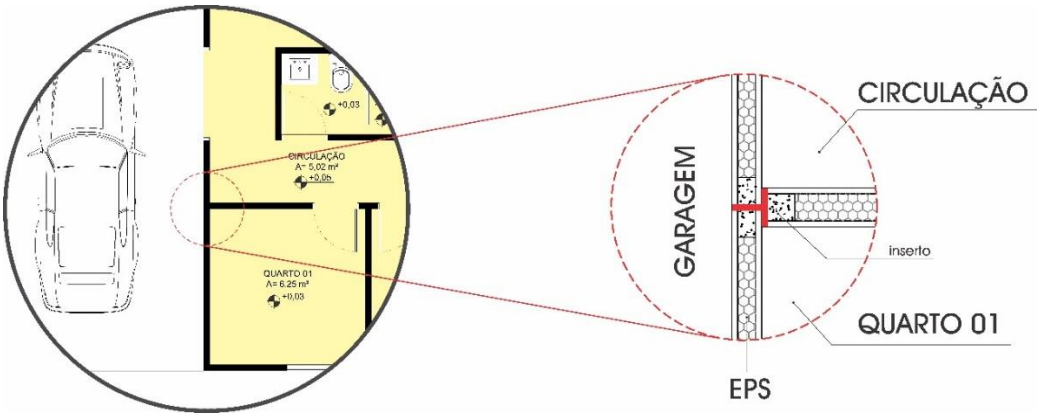
As Figuras 110 e 111 representam neste projeto hipotético trechos de maior complexidade e atenção por se tratarem de encontros entre três painéis de vedação pelo tipo de ligação por compressão estreita. Na adaptação do projeto original a este modelo houve o aumento das peças nos vãos, promovendo mais estabilidade da peça durante o içamento, em linhas gerais, são painéis com mais peças de fretagem que as conexões de cisalhamento plana.

Figura 110 – Conexão entre os painéis 04, 05 e 07 por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 111 – Conexão entre os painéis 05 e 06 por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita.



Fonte: O próprio autor, 2020.

A produção dos painéis na fábrica proporcionou o contato com a rotina fabril, onde foi vivenciado não só a organização diária de uma indústria de painéis tipo sanduíche, considerando diversos aspectos de produção, divisão de trabalho, controle de materiais empregados e planejamento, mas também discussões e reflexões sobre a composição dos materiais e os equívocos que ocorreram antes da empresa ser acertiva com esse sistema construtivo. A Figura 112 apresenta a análise do primeiro setor por conexão de compressão estreita, onde foi identificado diferenças no acabamento estético e mais artesanal das conexões entre os painéis de vedação (peças com encaixes).

Figura 112 – Leitor *QR Code* para visualização da animação do setor 01 projetado com painéis tipo sanduíche pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS conectados por meio de ligação por compressão estreita (com e sem argamassa de revestimento).

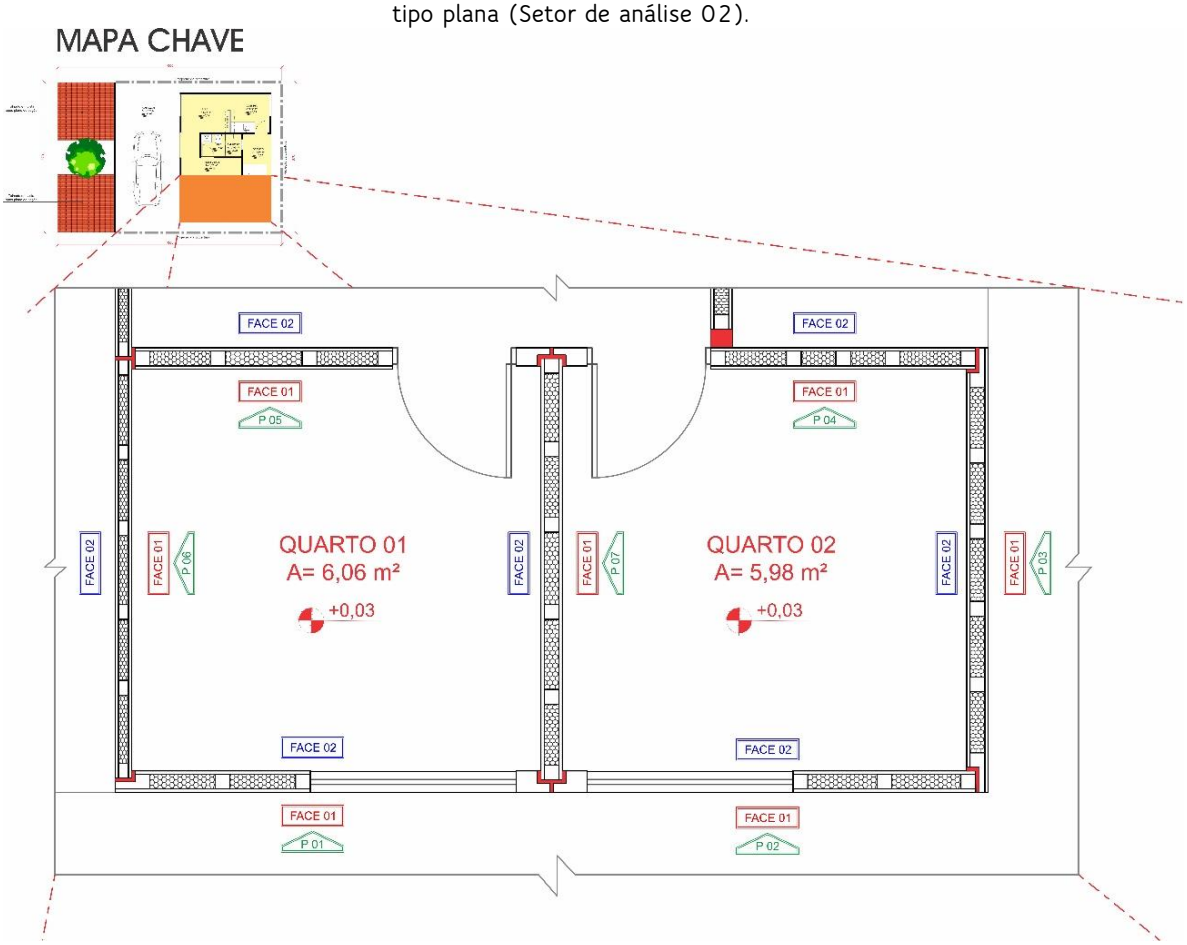
Fonte: O próprio autor, 2020.

O Setor de análise 02 apresenta a sequência de conexões concentradas na área de serviço, banheiro e circulações internas.

B) Setor de análise 02

Em sequência, tem-se o setor de análise 02 (Figura 113) que é composto por circulação, banheiro social e área de serviço. Os painéis tipo sanduíche com núcleo em EPS por serem executados após constantes revisões e planejamento mostraram grande potencial no controle de qualidade das peças de vedação verticais. Embora a pesquisa seja de cunho projetual, a vivência durante o processo de fabricação dos painéis proporcional óticas importantes no embasamento do projeto arquitetônico, possíveis adaptações e resultados mais acertivos. Dentro da fábrica é possível utilizar os conceitos de industrialização com laboratórios e até mesmo protótipos (Figuras 114, 115 e 116), produto que muito contribuiu para as análises do projeto em estudo.

Figura 113 - Planta de habitação mínima com área útil de 57,87 m² com os painéis de vedação pré-fabricados tipo sanduíche com núcleo em EPS e ligação de compressão tipo estreita e cisalhamento tipo plana (Setor de análise 02).



Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 114 – Protótipo de análise desenvolvido em fábrica e a primeira conexão entre painéis de conexão com núcleo em EPS sobre sapatas isoladas.



Fonte: Indústria Concrefato com registro do próprio autor, 2019.

Figura 115 – Protótipo de análise desenvolvido em fábrica e a segunda conexão entre painéis de conexão com núcleo em EPS sobre sapatas isoladas.



Fonte: Indústria Concrefato com registro do próprio autor, 2019.

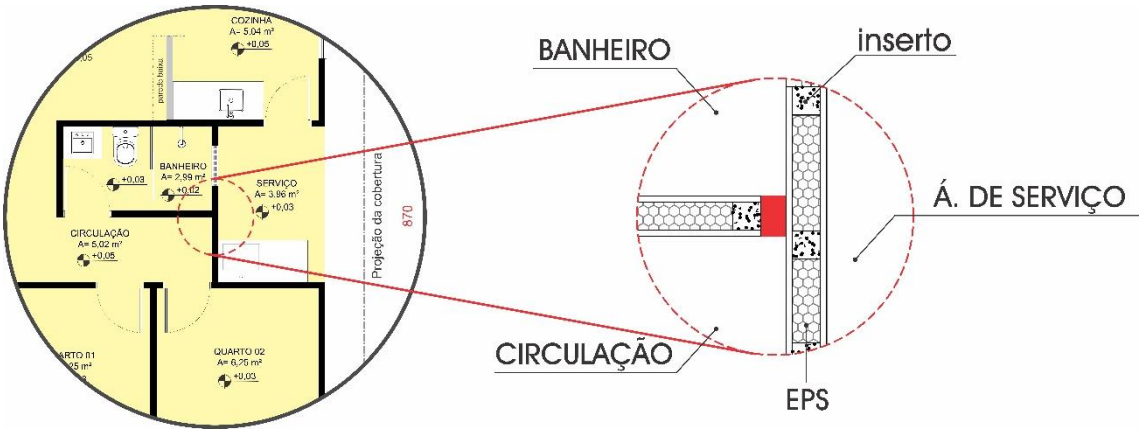
Figura 116 – Protótipo de análise desenvolvido em fábrica e todas as conexões entre painéis de conexão com núcleo em EPS sobre sapatas isoladas.



Fonte: Indústria Concrefato com registro do próprio autor, 2019.

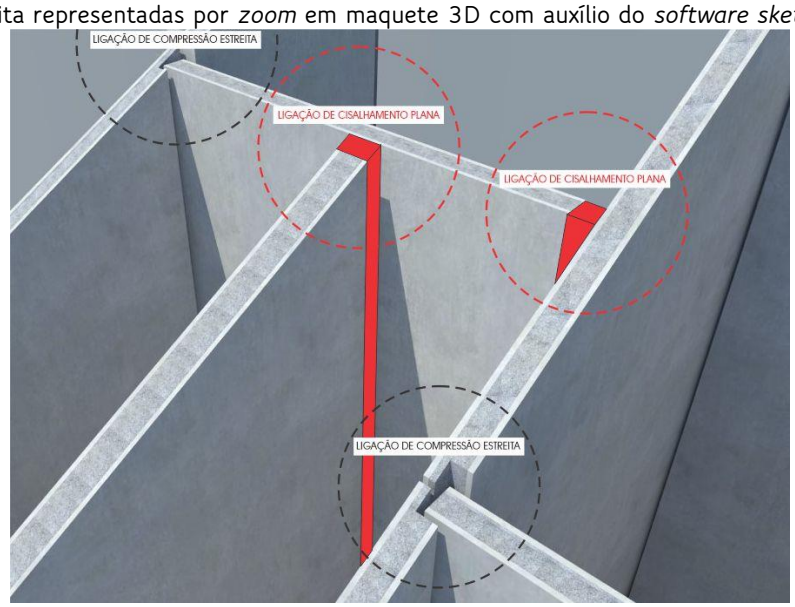
As análises projetuais estão embasadas, neste contexto, através das conexões por meio de ligação de compressão tipo estreita, como anteriormente apresentado, porém em alguns trechos houve a necessidade em otimizar processos e equilibrar decisões capazes de ponderar o conceito de customização em massa, economia e flexibilização. Nesse sentido, a ligação de cisalhamento plana analisada anteriormente na mesma tipologia projetual é aplicada aqui em alguns encontros de painéis. As Figuras 117 e 118 apresentam as conexões entre painéis que exibem a utilização dos dois modelos, essa decisão eliminou a opção de transformar o painel 08 (verificar apêndice) em dois, procedimento que resultaria em uma maior mão de obra, gastos e aumentaria as possibilidades de inexactidões nas ligações, já que a junção de compressão estreita não admite imprecisões nas medidas. Em ligações planas as fissuras normalmente estão restritas à região de contato entre a argamassa de preenchimento definida e a face do painel.

Figura 117 – Conexão entre os painéis 08 e 13 com núcleo em EPS por meio do modelo de ligação de cisalhamento plana.



Fonte: O próprio autor, 2020.

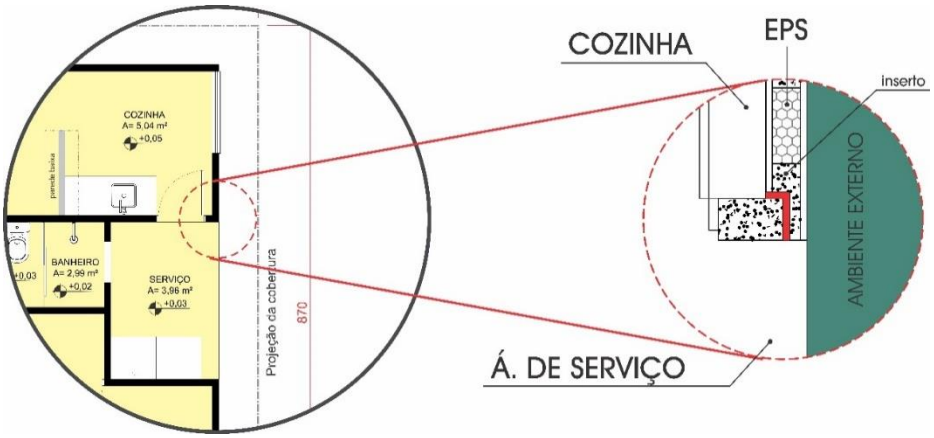
Figura 118 – Conexão de painéis com núcleo em EPS variada do tipo cisalhamento plana e por compressão estreita representadas por *zoom* em maquete 3D com auxílio do *software sketchup*.



Fonte: O próprio autor, 2020.

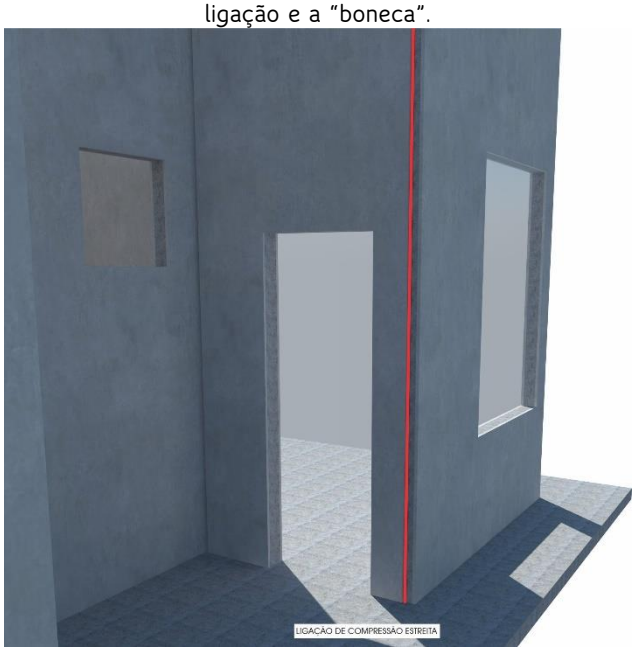
Os insertos dos painéis de ligação tipo compressão estreita localizados nos cantos dos vãos destinados a portas se transformam, neste projeto, em verdadeiras peças estruturais que reduzem significadamente as possibilidades de surgirem fissuras em decorrência do travamento resultante dos insertos e sua espessura maior que as demais (Figuras 119 e 120), diferentemente do modelo de junção por compressão plana, onde o painel 09 não recebe "boneca" (verificar no apêndice), recurso projetual que pode gerar fissuras na construção hipotética do projeto.

Figura 119 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 09 e 14 por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita.



Fonte: O próprio autor, 2020.

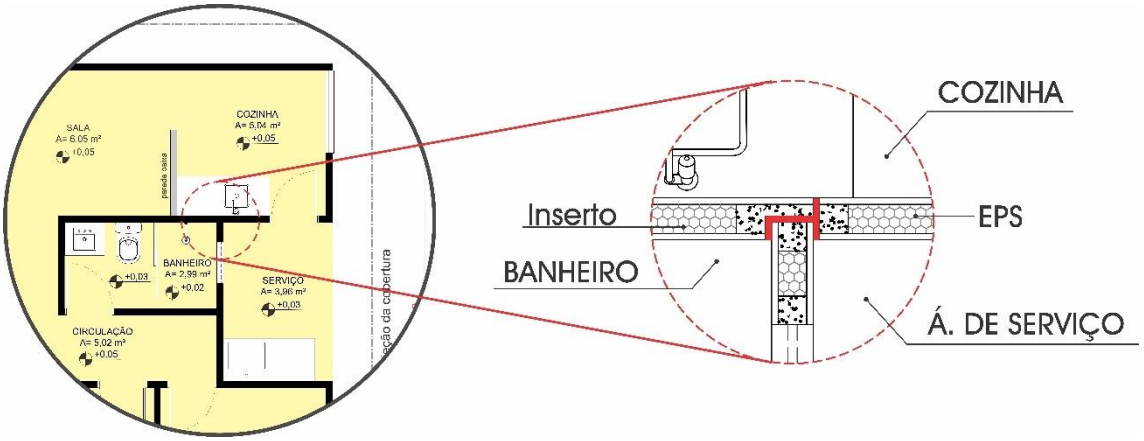
Figura 120 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 09 e 14 por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita ilustrada em maquete 3D com auxílio do *software sketchup* com ênfase na ligação e a "boneca".



Fonte: O próprio autor, 2020.

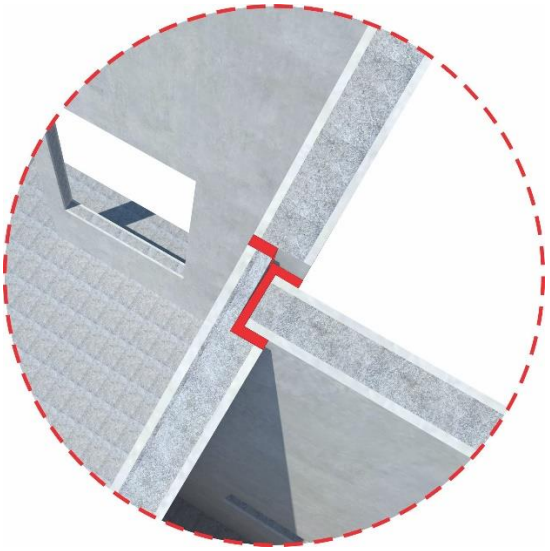
Nas ligações de compressão tipo estreita o surgimento de fissuras é moderado e, de maneira geral, o que ocorre são pequenas fissuras ao longo da área de contato no trecho de junção, conhecidas como: fissuras capilares. As Figuras 121 e 122 mostram a conexão entre os painéis 08,09 e 10 em um trecho de conexões estreitas.

Figura 121 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 08, 09 e 10 por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita.



Fonte: O próprio autor, 2020.

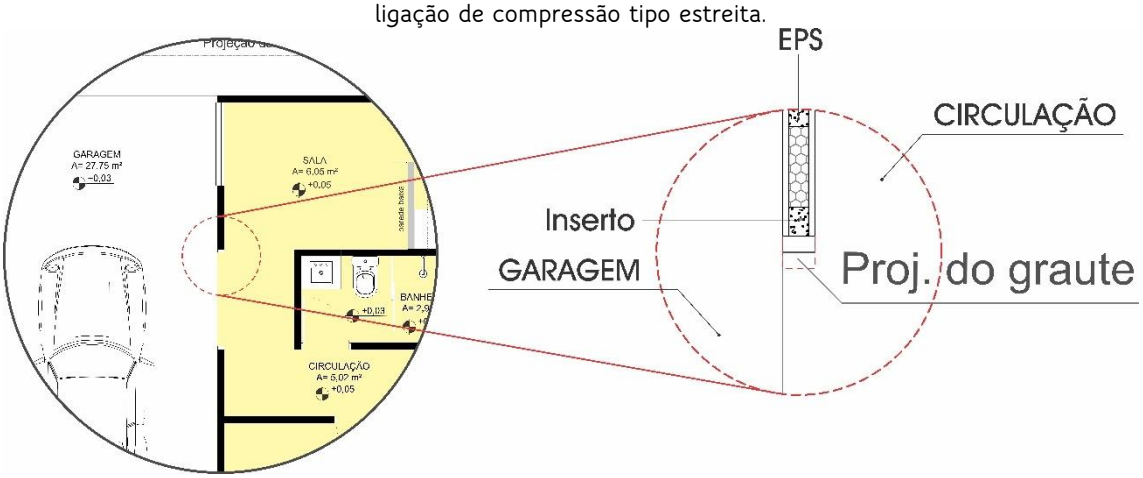
Figura 122 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 08, 09 e 10 por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita com simulação em 3D no *software sketchup* em vista superior perspectivada.



Fonte: O próprio autor, 2020.

O conceito de customização em massa (CM) visa à necessidade de um fluxo de informações e atividades para tornar viável a customização dos produtos, neste caso, a construção civil. A concepção de fluxo de informações e atividades nesse contexto incorpora desde a busca de conhecimentos sobre o comportamento do mercado até sua tradução em especificações do projeto, produção e entrega do produto ao cliente. Os painéis também possuem suas especificações e demandas, por mais modular e flexível que seja, principalmente os de compressão (por terem encaixes específicos e esforços variados em função da ausência ou presença de algum vão). As Figuras 123 e 124 apresentam uma conjuntura onde um dos painéis (painel 11) exige maior atenção no seu processo de fabricação e, principalmente, içamento e locação na obra, onde houve a necessidade de utilizar novamente a conexão por cisalhamento plana por se tratar de uma decisão que otimizaria esse processo e evitaria estragos na peça de vedação aqui citada.

Figura 123 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 11 e 17 (Setor 03) por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita.



Fonte: O próprio autor, 2020.

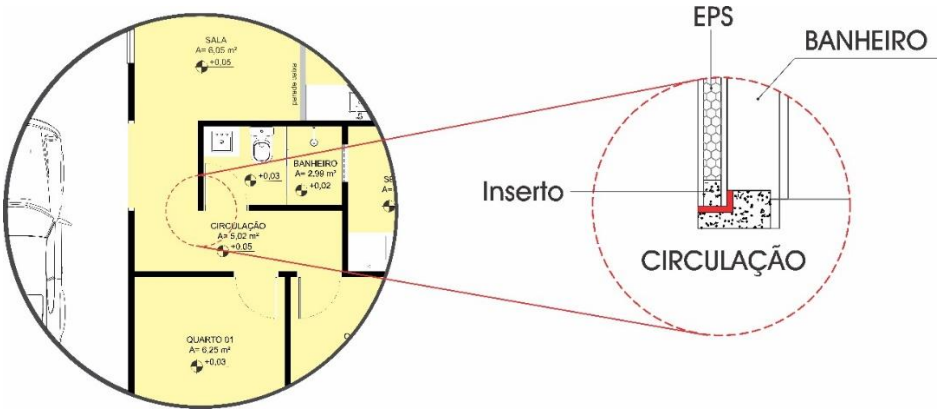
Figura 124 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 11 e 17 (Setor 03) por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana com simulação em 3D no *software sketchup*.



Fonte: O próprio autor, 2020.

A Figura 125 mostra a conexão entre painéis de espessuras diferentes por atenderem pé-direito diferentes. O processo de projeto apoiado no método de customização consiste no momento em que *briefing* do cliente ou clientes começam a ser pautadas e o projeto hipotético consiste em atender distintas demandas, e uma delas é propor um projeto com variações de pé-direito.

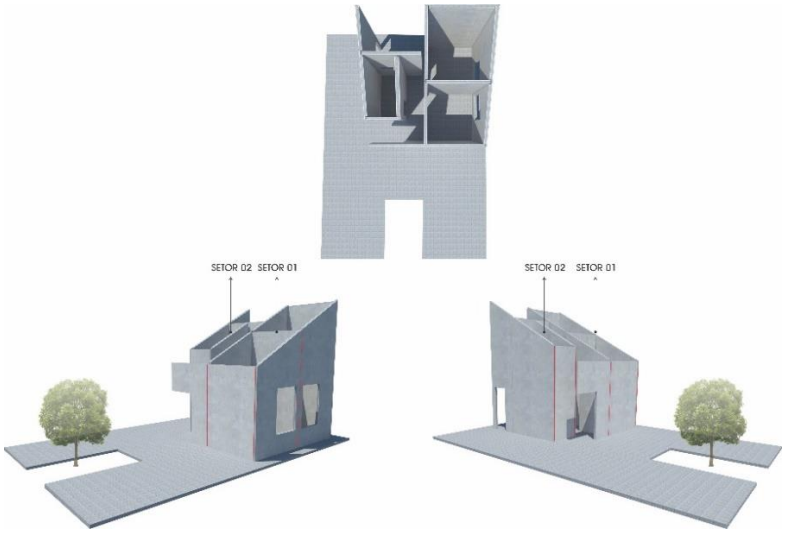
Figura 125 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 12 e 13 por meio do modelo de ligação de compressão tipo estreita entre peças de proporções (espessuras) divergentes.



Fonte: O próprio autor, 2020.

O método de customização em massa CM na conjuntura da construção civil corrobora que a produção de projeto deve ser considerado como conjunto de características determinadas por elementos integradores do processo projetual, por exemplo, considerar fatores resultantes dos encaixes, resultados estéticos e, não menos importante, funcionais. A Figura 126 expõe a junção dos setor 01 e 02 que resultaram em conexões que reduziram significadamente a distância entre os painéis de vedação, tornando o projeto arquitetônico hipotético mais integrado entre suas peças e com menos impactos estéticos nas conexões.

Figura 126 – Conexão tipo compressão estreita entre os setores 01 e 02 em perspectiva no *software sketchup* com argamassa de revestimento com ênfase na junção entre painéis de vedação.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Diante das análises até agora observadas, verificou-se que o sistema construtivo pré-fabricado tipo sanduíche com núcleo em EPS em observação é um facilitador no processo de customização em massa por se tratar de uma arquitetura modular, possibilitando que escritórios ou construtoras possam adotar diferentes abordagens práticas de acordo com a facilidade de readequação de processos projetuais e de gestão. Sendo assim, é possível afirmar que mesmo proporcionando uma arquitetura integral, pôde-se, por meio de reconfigurações no processo projetual e no gerenciamento e redução de fornecedores, alcançar a flexibilidade na variação de produtos e respostas aos clientes envolvidos.

O Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) dos painéis de conexão por compressão tipo estreita no setor 02 exigem, em caso de aplicação em obra, cuidados não só em seu desenvolvimento como peças de vedação e suas particularidades, mas também no gerenciamento e logística para o procedimento ideal quanto ao içamento das peças até a estrutura de fundação (recomenda-se colocar de dentro para fora) por se tratar de uma zona do projeto com muitas junções entre peças e possuir áreas estreitas (Figura 127).

Figura 127 – Leitor *QR Code* para visualização da animação entre os setores 01 e 02 projetado com painéis tipo sanduíche pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS conectados por meio de ligação por compressão estreita (com e sem argamassa de revestimento).

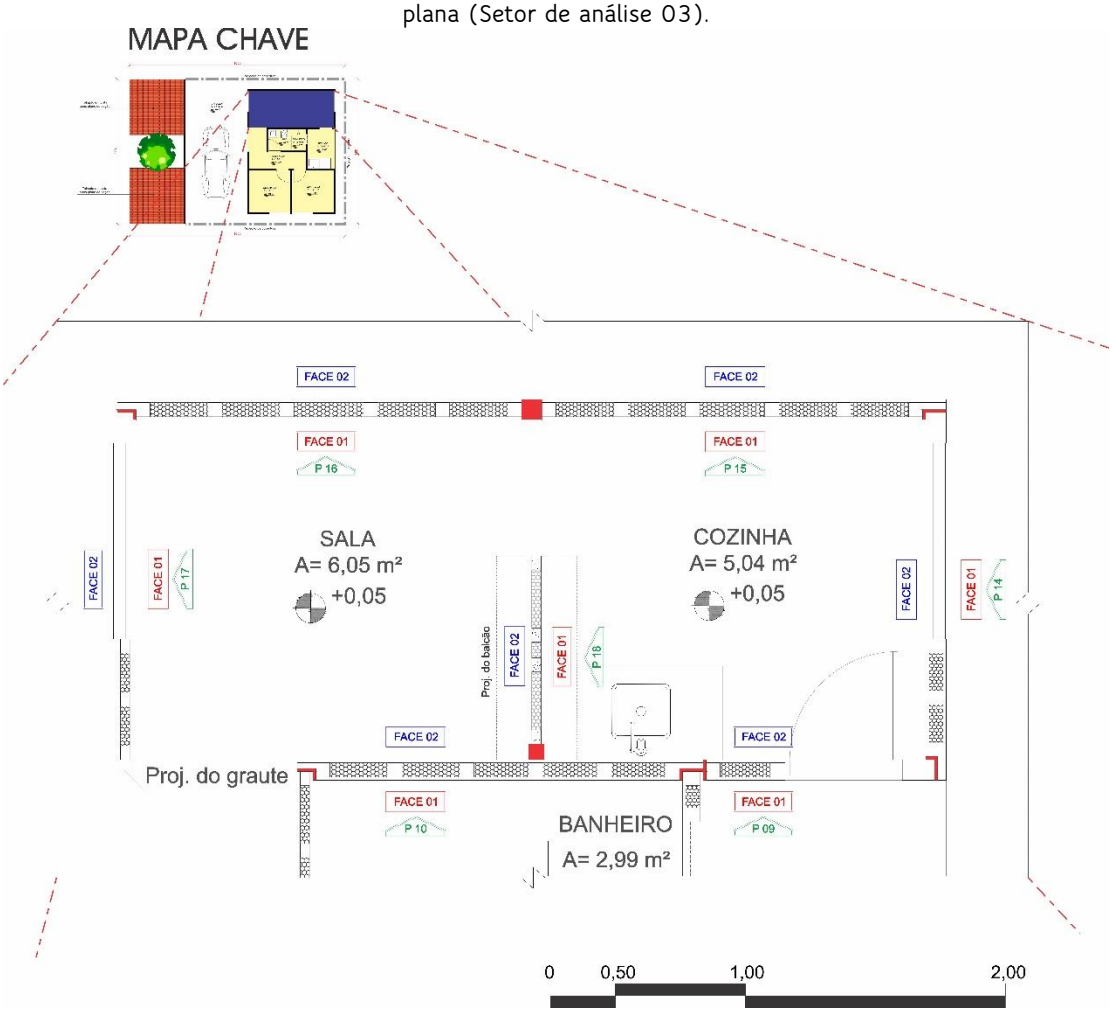
Fonte: O próprio autor, 2020.

Em sequência, tem-se o setor de análise 03 que apresentará reflexões sequenciais quanto ao projeto arquitetônico hipotético, o método de customização em massa e o sistema construivo em análise nesta dissertação.

C) Setor de análise 03

A configuração dos ambientes do projeto arquitetônico hipotético em estudo tem atendido a ideia de integração entre os ambientes, requisitos que surgiram ao logo do tempo em decorrências da reconfigurações e demandas da sociedade, como já discutido. O setor de análise 03 (Figura 128) apresenta a cozinha integrada com a sala de tv, proporcionando possíveis adaptações futuras dos espaços em decorrência, por exemplo, do aumento da família e trata-se de um importante requisito que pode influenciar na intervenção dos moradores e na permanência das famílias na edificação.

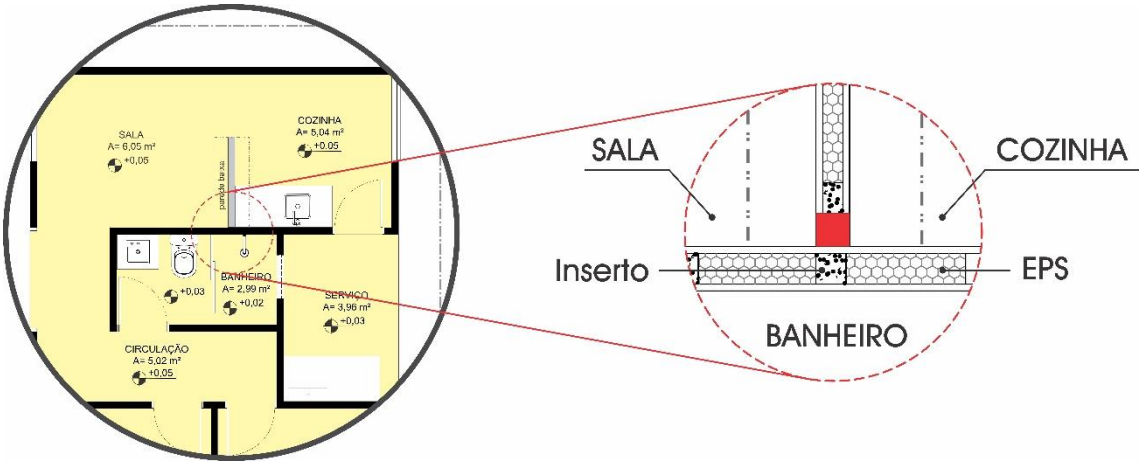
Figura 128 - Planta de habitação mínima com área útil de 57,87 m² com os painéis de vedação pré-fabricados tipo sanduíche com núcleo em EPS e ligação de compressão tipo estreita e cisalhamento tipo plana (Setor de análise 03).



Fonte: O próprio autor, 2020.

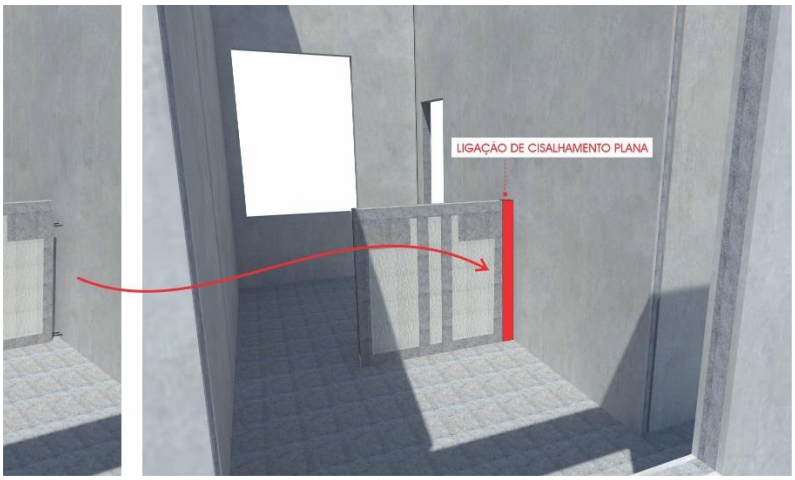
As figuras 129 e 130 apresentam o painel 18 (balcão) no setor de análise 03. O referido painel também se conecta pela ligação de cisalhamento tipo plana, decisão projetual embasada em diretrizes facilitadoras em virtude de possíveis reconfigurações espaciais, mesmo se tratando de uma análise por meio de painéis de junções de compressão tipo estreita. Os painéis pré-fabricados com núcleo em EPS, como já apresentado, são fabricados em linha de produção horizontal fixa e a pista de fabricação é facilmente adaptada em função do desenho e proporções dos painéis. Em linhas gerais, o painel 18 é um dos menores do referido projeto arquitetônico e de fácil fixação na estrutura de fundação. Diferente de alguns projetos do renomado arquiteto João Filgueiras Lelé (apresentados anteriormente), a concepção projetual desta precisa não adota pesados componentes pré-fabricados em concreto armado, o EPS contribui na leveza durante o processo de fabricação e içamento.

Figura 129 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 10 e 18 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana.



Fonte: O próprio autor, 2020.

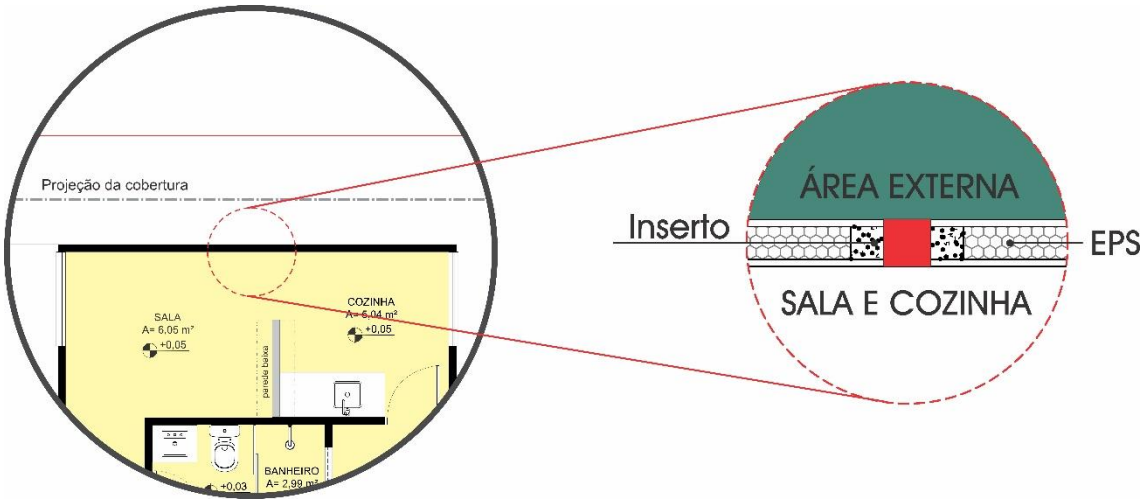
Figura 130 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 10 e 18 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana em perspectiva 3d no *software sketchup*.



Fonte: O próprio autor, 2020.

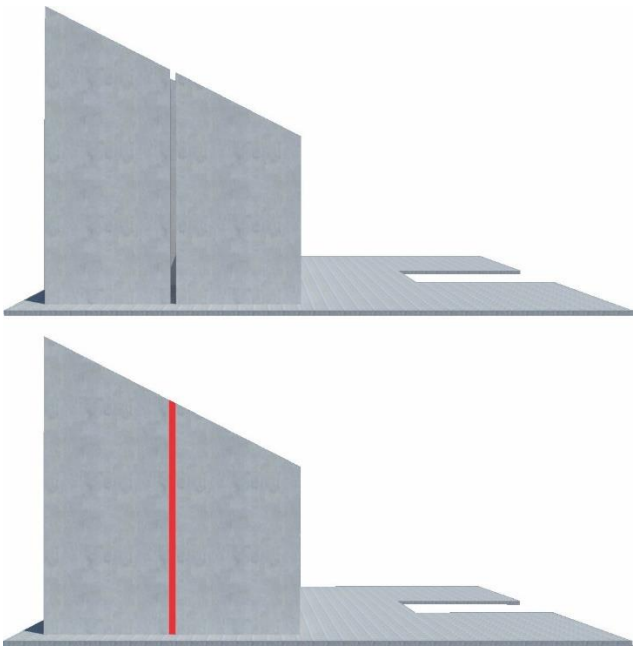
A junção entre os painéis 15 e 16 (Figura 131) também ocorrem por conexão cisalhamento tipo plana, facilitando o desenho e a ligação entre eles. Esta decisão só não favorece o resultado estético quando não é bem executado conforme Figuras 132 e 133.

Figura 131 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 15 e 16 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 132 – Conexão entre os painéis com núcleo em EPS 15 e 16 por meio do modelo de ligação de cisalhamento tipo plana em perspectiva 3d no *software sketchup* (fachada).



Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 133 – Exemplo de conexão entre painéis com ligação de cisalhamento tipo plana em fase acabamento estético.

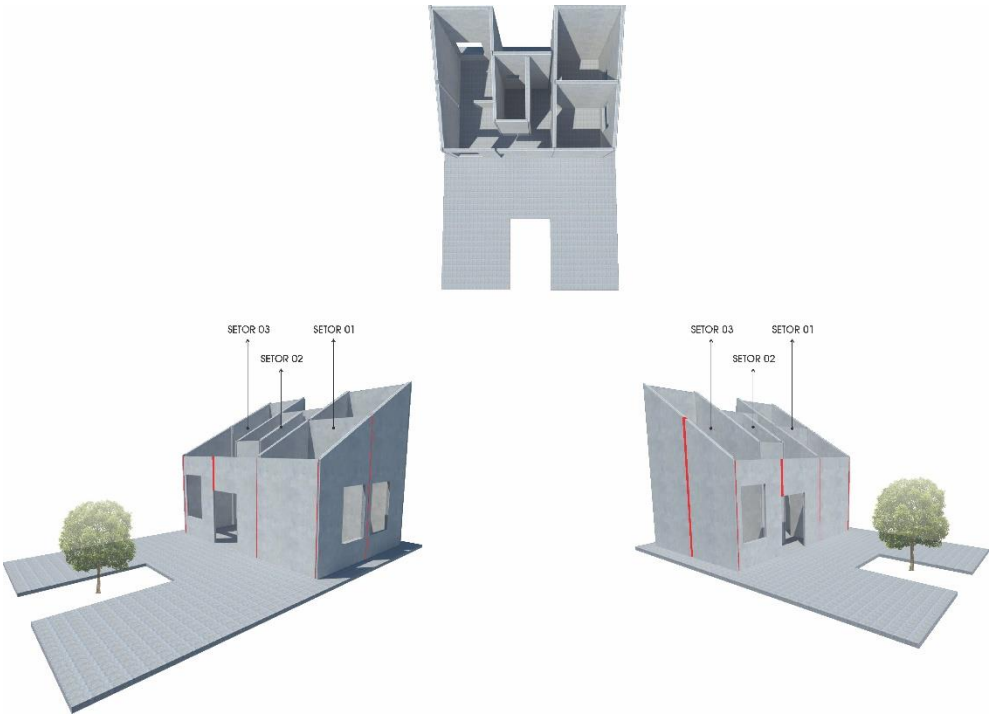


Fonte: JETCasa, 2019.

Como já apresentado, a conexão entre os painéis verticais ocorreram de forma a minimizar impactos na produção, estética e racionalização. Os vãos dos ambientes integrados (cozinha e sala) possuem uma medida considerável e, por este motivo, os painéis 15 e 16 se integram pelo modelo de conexão por cisalhamento tipo plana, não por compressão estreia. Utilizar o recurso da customização em massa na construção civil permite reduzir de forma considerável os custos de produção por meio de economias de escopo, por exemplo, baseada na padronização dos componentes de projeto, quanto ao mesmo tempo atende as demandas evidenciadas pelos clientes.

As Figuras 134 e 135 apresentam as conexões entre os setores 01, 02 e 03, podendo observar os momentos em que o projeto atendeu demandas individuais em prol da melhor solução funcional e estética, decisões que não interferiram no sistema construtivo em estudo (metaprojeto e customização em massa).

Figura 134 – Conexão tipo compressão estreita (em alguns momentos por cisalhamento tipo plana) entre os setores 01, 02 e 03 em perspectiva no *software sketchup* com argamassa de revestimento com ênfase na junção entre painéis de vedação.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 135 – Leitor *QR Code* para visualização da animação entre os setores 01, 02 e 03 projetado com painéis tipo sanduíche pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS conectados por meio de ligação por compressão estreita (com e sem argamassa de revestimento).

Fonte: O próprio autor, 2020.

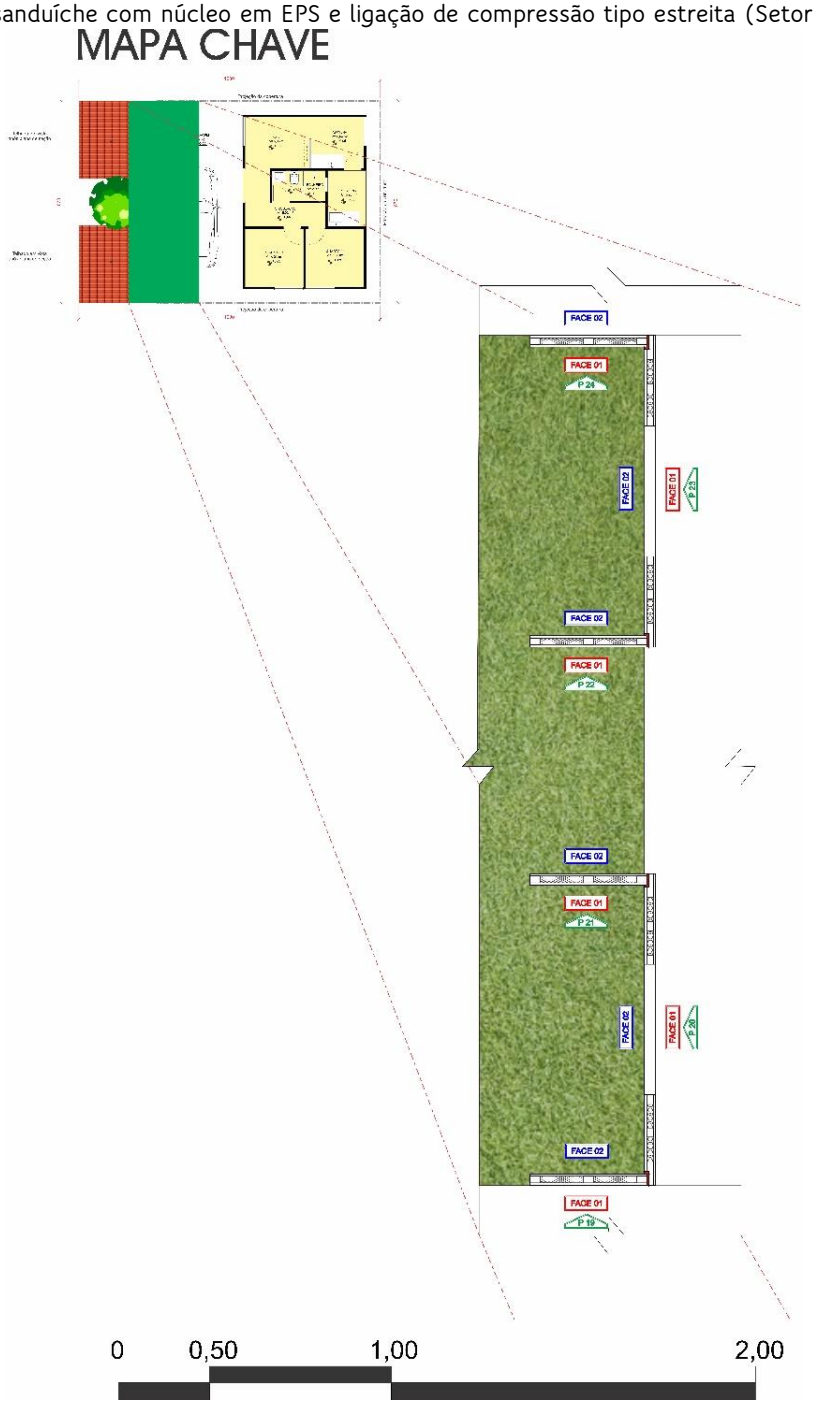
As análises durante os processos projetuais e questionamentos possibilitaram reforçar a teoria em evidência no início deste trabalho, agora empregadas na prática. As pesquisas sobre metaprojeto atrelado ao conceito de customização em massa se propõem à aproximar de tópicos até então desconectados, ou seja, teorias que tem como premissa, neste contexto, desmembrar o projeto arquitetônico em partes e, tornando-as conectadas por meio de um gerenciamento preciso, promovendo análises em partes, amplificando as possibilidades de identificar problemas e alcançar soluções, ou pelo menos se aproximar delas. Em sequência, tem-se o setor de análise 04 que apresentará reflexões finais sobre o conjunto dos componentes verticais de vedação.

D) Setor de análise 04

A palavra metaprojeto, dando sequência nas discussões anteriores, vem do prefixo *meta* e significa: "reflexão crítica sobre" e "posteridade". Em linhas gerais, o verbete meta conectado com a palavra projeto significa ir além das informações técnicas aparentemente notáveis pelo observador, ou seja, que sobrepuja o projeto, visa ponderações críticas e reflexivas sobre o projeto (visto ainda como produto) e no contexto da arquitetura pode-se afirmar que são reflexões gerais. Paralelamente com esse contexto de significação mais geral, que o conceito mais específico de

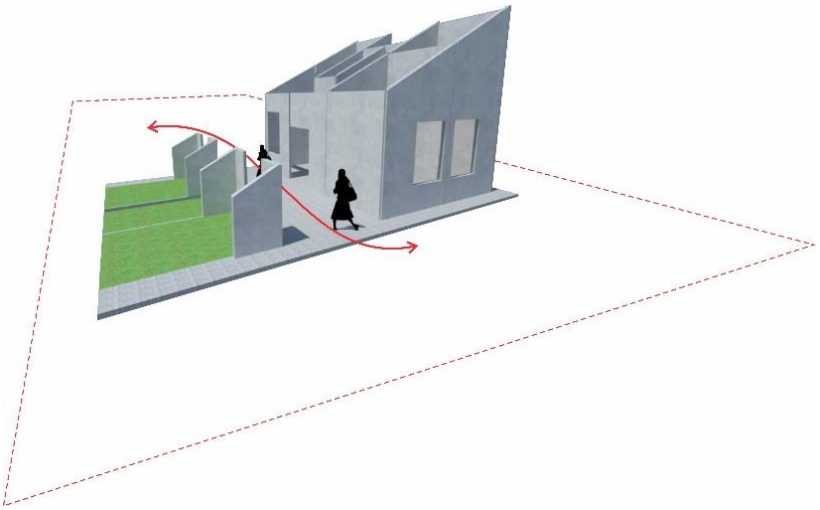
metaprojeto é desenvolvido e está interligado com a customização em massa. O setor de análise 04 do projeto arquitetônico hipotético (Figura 136) apresenta o ambiente (garagem e área de convivência) diretamente ligado com as conexões externas, zona de maior potencial para ampliações futuras (Figura 137).

Figura 136 - Planta de habitação mínima com área útil de 57,87 m² com os painéis de vedação pré-fabricados tipo sanduíche com núcleo em EPS e ligação de compressão tipo estreita (Setor de análise 04).



Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 137 – Conexão tipo compressão estreita (em alguns momentos por cisalhamento tipo plana) entre os setores 01, 02, 03 e 04 em perspectiva no *software sketchup* com argamassa de revestimento com ênfase nos fluxos da garagem/área de lazer.

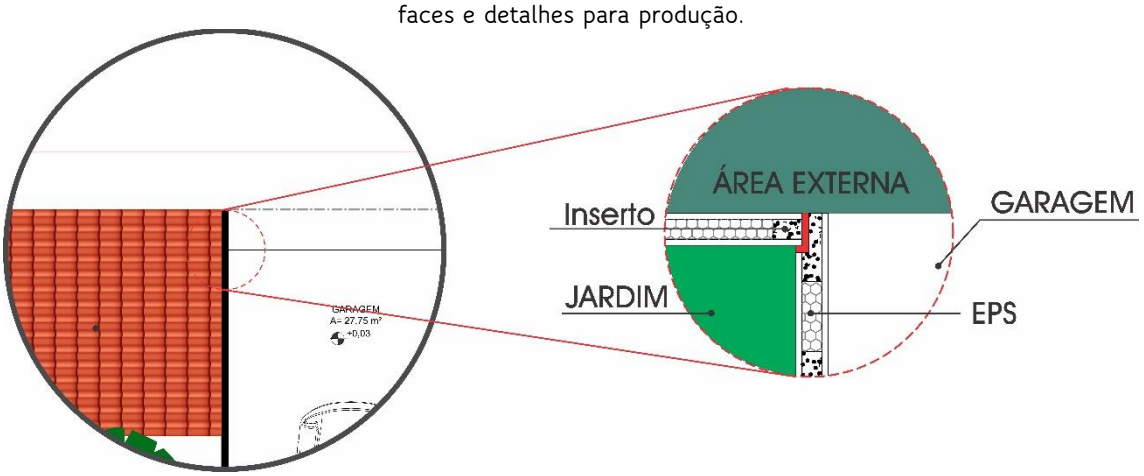


Fonte: O próprio autor, 2020.

O conceito de customização em massa (CM) proporciona ao projeto as capacidades de analisar e interpretar os vínculos que o contexto apresenta, e de gerar exequibilidades. Customizar em sua definição, como já mostrado, é também ampliar e facilitar a dinâmica da paisagem. O projeto arquitetônico hipotético obteve uma base sólida nessas teorias para proporcionar e ser facilitador nas modificações.

A Figura 138 apresenta a conexão entre os painéis 23 e 24 que possuem uma espessura reduzida (verificar apêndice) em relação aos demais painéis por atenderem um pé-direito médio.

Figura 138 – Painel de ligação por compressão estreita entre as peças 23 e 24 com suas respectivas faces e detalhes para produção.



Fonte: O próprio autor, 2020.

O referido projeto arquitetônico se enquadra em uma proposta dialógica com ênfase no gerenciamento de etapas, produtos e valor agregado aos desejos isolados do ser humano (cliente hipotético). O termo "projeto do projeto" salientando neste trabalho nas etapas iniciais refere-se ao importante papel no metaprojeto atrelado ao conceito de customização em massa (CM), aplicado aqui nas ações e decisões pertinentes ao contexto projetual, insumos, prazos e reflexões nos projetos complementares (previsões) que modificaram processos e etapas.

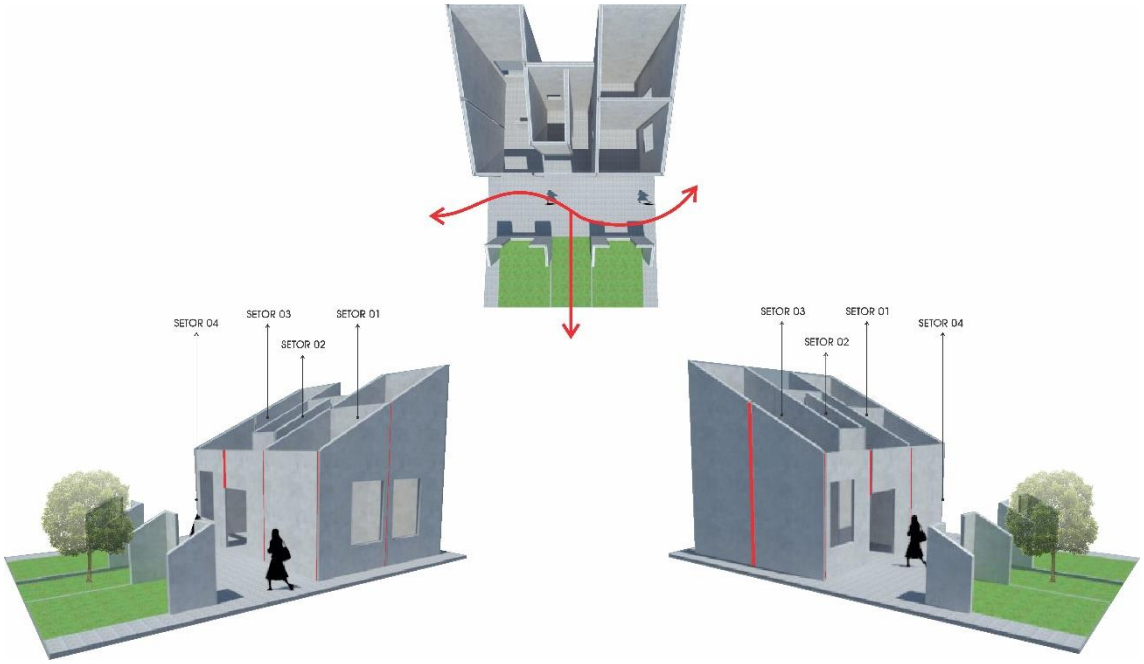
Neste projeto arquitetônico hipotético ocorreu, em diversos momentos, o *contrabriefing*, em linhas gerais, adaptações e novos caminhos criativos, técnicos, espaciais e de conexões, como indicado em todos os setores analisados.

A norma NBR 15873:2010 – Norma de Coordenação Modular para edificações, destacada no início deste trabalho deu ênfase na sua importância na composição de sistemas e componentes construtivos atrelados ao desenho arquitetônico, não diferente do projeto arquitetônico hipotético em análise. Os painéis fabricados pré-fabricados mistos de concreto armado e núcleo em EPS se adequa ao projeto, não o oposto, o que geralmente ocorre em outros materiais pré-fabricados. O nível de aproximação exigido nesse sistema construtivo e a teoria da CM promove o controle de execução mais efetivo, inclusive com redução de patologias. As Figuras 139 e 140 ilustram a junção final entre todos os setores nas conexões por compressão tipo estreita (em pontos específicos ocorreu novamente por compressão tipo plana, como já evidenciado e justificado).

Figura 139 – Leitor *QR Code* para visualização da animação entre os setores 01, 02, 03 e 04 projetado com painéis tipo sanduíche pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS conectados por meio de ligação por compressão estreita (com e sem argamassa de revestimento).

Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 140 – Conexão tipo compressão estreita (em alguns momentos por cisalhamento tipo plana) entre os setores 01, 02, 03 e 04 em perspectiva no *software sketchup* com argamassa de revestimento com ênfase na junção entre painéis de vedação.



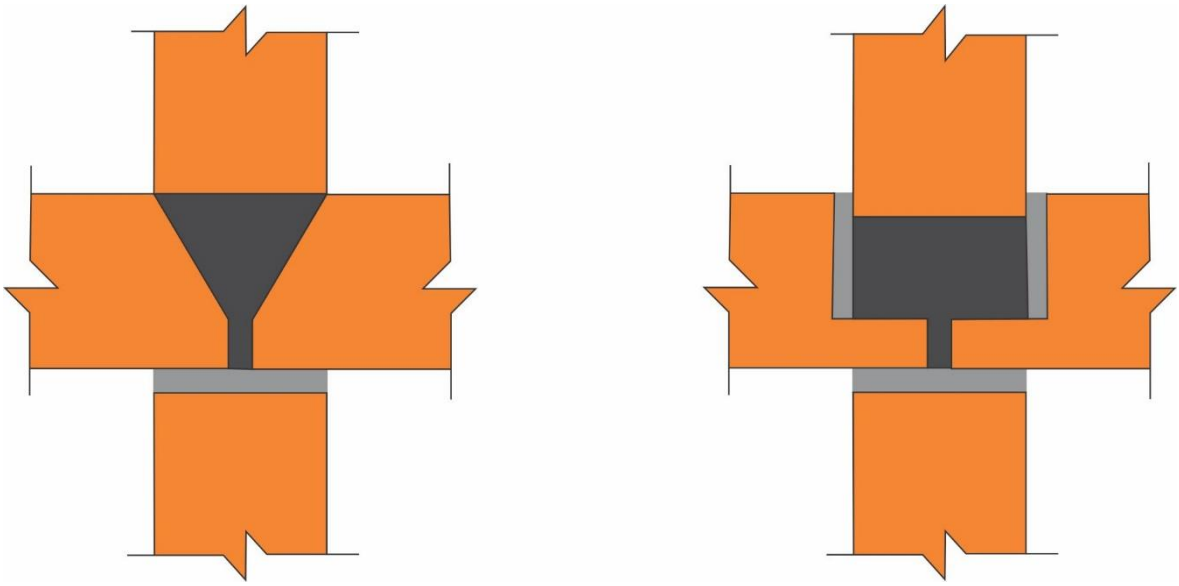
Fonte: O próprio autor, 2020.

O auxílio do *software sketchup* ao elaborar os modelos tridimensionais favoreceu a riqueza e a gama de possibilidades no processo projetual, estimulou e instigou a pensar nas mudanças, de outro modo, ignorariam ou os entraves nem seriam notados. Organizar as informações dos elementos construtivos provocou a interação sob uma variedade de suposições diferentes na inclusão do conceito de CM. Os painéis por compressão também possuem o tipo larga (apontado no subitem a seguir), não se restringindo ao modelo estreito, aplicado em projeto.

4.2.4. Ligação de compressão: tipo larga

Como já apresentado, as ligações por compressão, num geral, visam a atribuição de esforços perpendicularmente ao eixo de junção entre vedações. Na conexão por compressão tipo larga (Figura 141), diferente da estreita, proporciona a possibilidade do arquiteto e/ou engenheiro civil utilizar ancoragem da armadura. Nesse sentido, indica-se que na utilização de armaduras de conexão o projetista verifique se há ou não possibilidades para soldagem.

Figura 141 – Conexão por compressão tipo larga entre painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Este modelo proporciona algumas reflexões quanto à utilização de meios e processos criativos na elaboração de junções entre peças de uma edificação, cabendo ao arquiteto instigar e levantar possibilidades estéticas e, se for o caso, alternativas para ampliação da edificação, diretrizes do método de customização em massa. O item a seguir, refere-se à análises quanto às opções de estruturas de fundação tipo rasa. É válido salientar que, as análises dos painéis ocorrem inicialmente neste capítulo por serem determinantes nas decisões do projetos complementares (tecnologia e sistema construtivo como norteadores).

4.3. ESTRUTURAS DE FUNDAÇÃO

Levando-se em consideração que os painéis de vedação pré-fabricados com núcleo em EPS podem ser considerados leves e autoportantes, a pesquisa fundamentou-se em três análises estruturais, utilizando-se dos sistemas de fundação: sapata isolada, sapata corrida e *radier*.

O conceito de customização em massa (CM) é um dos fundamentais instrumentos conceituais e aplica-se a esse sistema construtivo de modo a dinamizar e viabilizar a paisagem dinâmica, prevendo futuras modificações, como por exemplo: reformas e ampliações, não se restringindo a fatores técnicos, funcionais e econômicos.

Os painéis sanduíches com núcleo em EPS são autoportantes, e por ser um material bastante resistente, suporta construções de múltiplos pavimentos, proporcionando uma satisfatória vida útil da construção. O apoio dos painéis pode variar conforme o que o projetista julgar melhor.

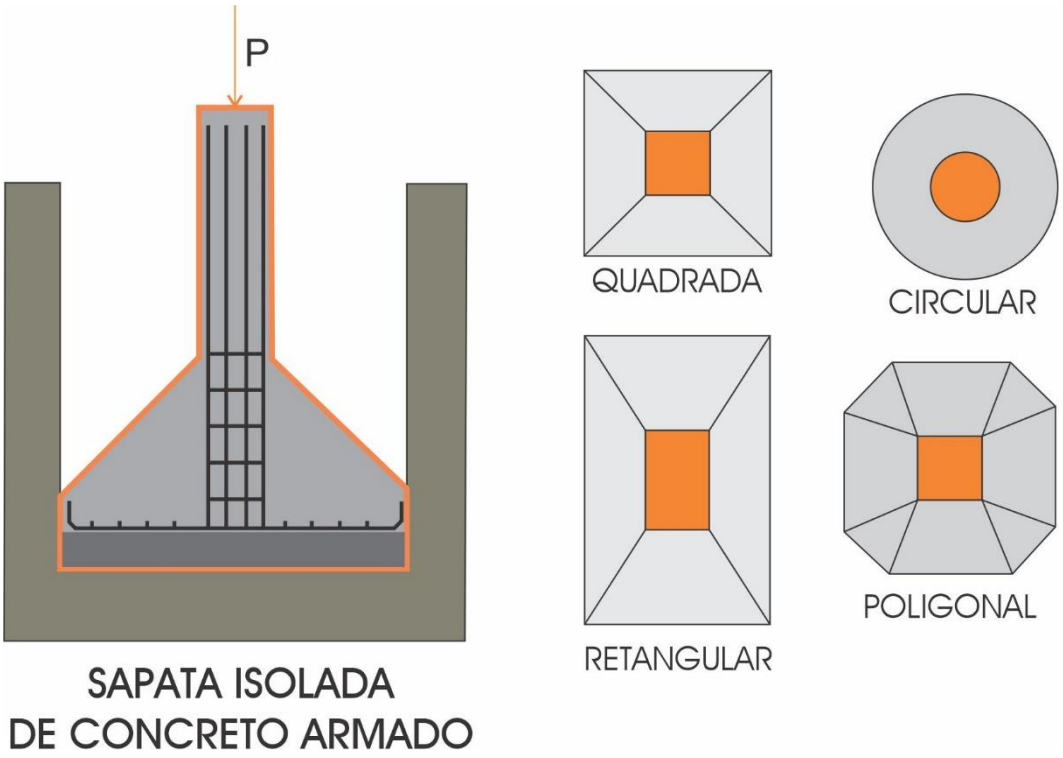
As habitações unifamiliares e/ou multifamiliares, nesse contexto, são construídas e apoiadas em fundações estruturais, como por exemplo: sapatas isoladas, corridas, *radier*, isolando-as do contato direto do solo, como descrito anteriormente, e a sua durabilidade pode ser comprometida caso as regras referidas não sejam seguidas.

A sapata se faz uma boa alternativa na construção civil em casos que a baldrame não é recomendada (carga exercida do edifício ou baixa resistência do solo). A sapata tem como característica sólida de um bloco de concreto armado executado diretamente no solo. Geralmente, a sapata é um recurso projetual optado em casos quando o projeto arquitetônico possui mais de uma pavimento ou, como já mencionado, em terrenos onde a avaliação de sondagem apresenta características negativas quanto ao solo (baixo teor de resistência, arenoso, etc).

4.3.1. Considerações Sobre a Aplicação da Sapata isolada

Um exemplo de sapata é a isolada (Figura 142), necessita de vigas baldrames, vigas e pilares para distribuição e concentração de peso da edificação. Em linhas gerais, é um tipo de estrutura de fundação que transmite ao solo as ações de um pilar de forma isolada. Os modelos que a sapata pode obter, em planta, são variados, mas comumente a retangular é encontrada nos projetos em decorrência de pilares retangulares.

Figura 142 – Exemplos de sapata isolada.

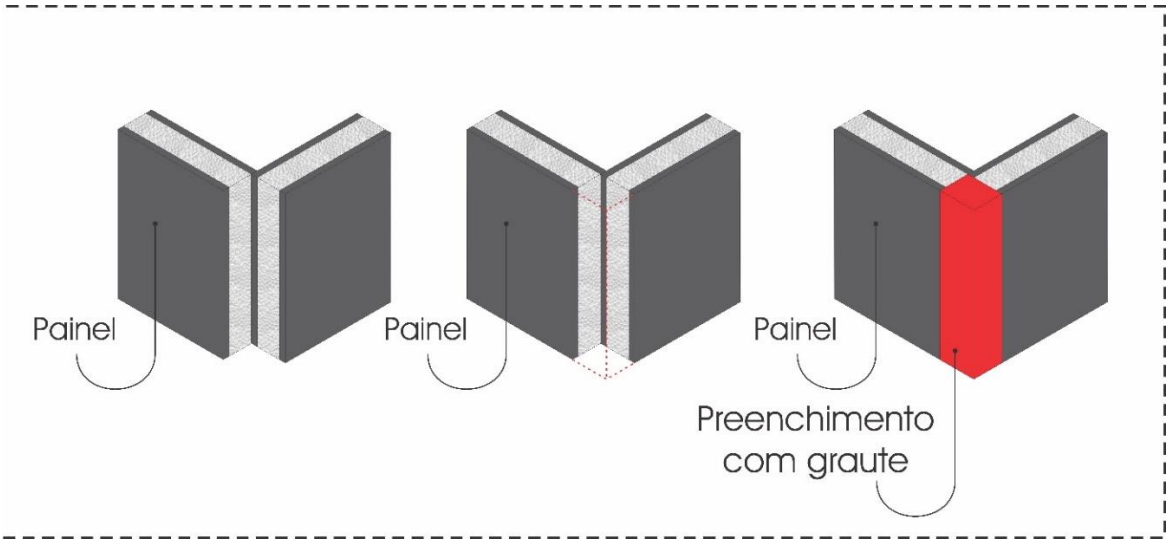


Fonte: O próprio, autor, 2020.

As sapatas surgem para potencializar decisões projetuais e alinhar recursos e questões locais, além de permitir a verticalização na construção civil e proporcionar mais resistência. O sistema de sapata isolada ao longo dos anos tem se tornado um dos modelos de fundação elegidos no Brasil, por se tratar de uma opção mais barata e de fácil execução.

Embora seja um sistema estrutural com inúmeras vantagens, para o sistema construtivo aqui em estudo (painéis tipo sanduíche mistos de concreto armado e núcleo em EPS) não é recomendável por se tratar de vedações verticais autoportantes, conectadas entre si. A Figura 143 mostra o esquema de um procedimento recomendado de ligação de cisalhamento plana entre painéis tipo sanduíche com núcleo em EPS.

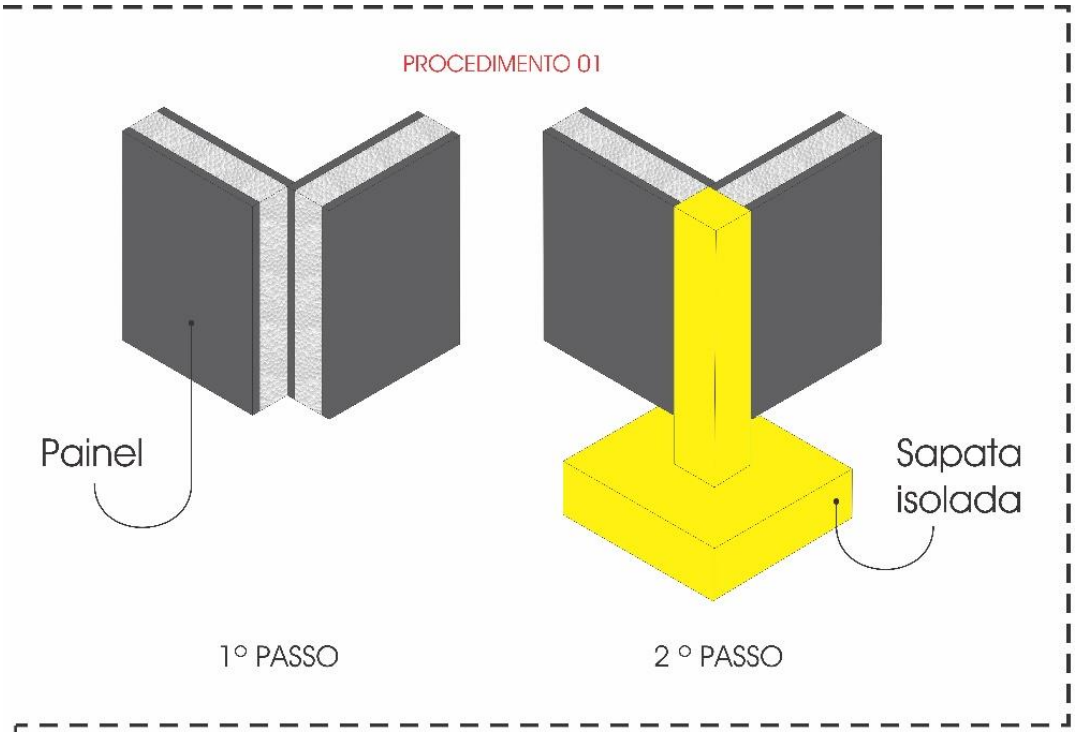
Figura 143 - Conexão tipo cisalhamento plana e preenchimento com graute entre painéis de vedação pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS.



Fonte: O próprio autor, 2020.

As Figuras 144 e 145 (Procedimentos 01 E 02) expõem duas situações não recomendadas para o projeto a ser desenvolvido, reforçando a inviabilidade da utilização de sapatas isoladas em construções que utilizam o sistema de painéis tipo sanduíche. A primeira simulação apresentada na Figura 144 (Procedimento 01) é inviável ao considerar que os painéis devem se conectar antes da execução das sapatas isoladas, o que seria contraindicado, por compreender que haveria dificuldades em manter os painéis na mesma posição até a finalização do processo, além de prever dificuldades na execução das demais sapatas isoladas. Outra desvantagem é que a sapata isolada necessita de vigas e pilares para fazer a distribuição e a concentração do peso da parede e do telhado (os painéis tipo sanduíche com núcleo em EPS são autoportantes, ou seja, não há necessidade em executar vigas e pilares).

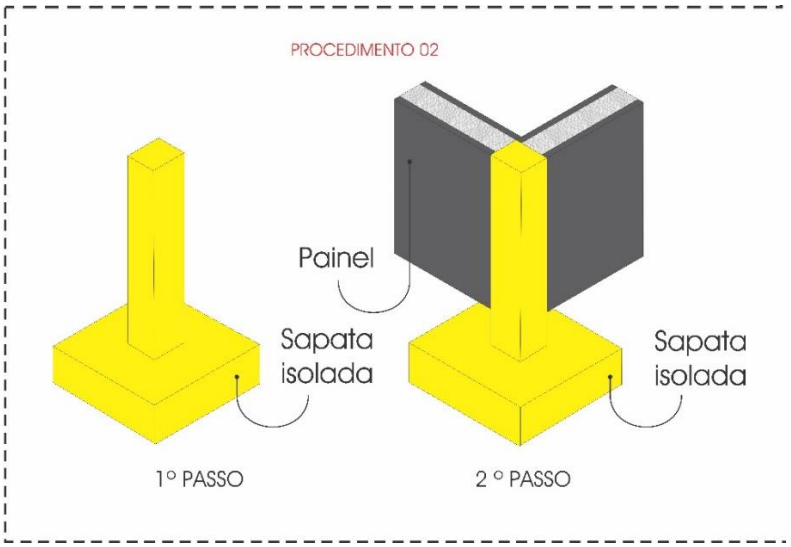
Figura 144 – Esquema do procedimento não recomendado de ligação de cisalhamento plana entre painéis tipo sanduíche com núcleo em EPS com a utilização de sapata isolada (Painel depois sapata).



Fonte: O próprio autor, 2020.

Já a Figura 145 (Procedimento 02) apresenta a hipótese da sapata e o pilar sendo fabricados antes da conexão entre os painéis de cisalhamento plana, procedimento inviável, visto que nessa situação as vedações verticais não se conectariam pelo fato de o pilar já estar pronto. Além deste relato, há a dificuldade em dimensionar os pilares antes da conexão entre os painéis, principalmente em obras de pequeno porte, por considerar que pode haver incompatibilidade entre as espessuras (pilar com painel) em decorrência da execução de ambos. Na verdade, é papel do projetista planejar e minimizar imprevistos na obra de forma concomitante com o projeto de arquitetura, facilitando e otimizando processos e, se for possível, descartar meios tradicionais ao utilizar novos sistemas e métodos construtivos.

Figura 145 - Esquema do procedimento não recomendado de ligação de cisalhamento plana entre painéis tipo sanduíche com núcleo em EPS com a utilização de sapata isolada (Sapata depois Painel).



Fonte: O próprio autor, 2020.

Além dos diagramas acima, tem-se o corpo de prova (Figura 146) que auxilia nas percepções quanto à montagem ideal dos painéis, transporte, cura do concreto etc., utilizou-se sapatas isoladas adaptadas ao sistema construtivo em estudo.

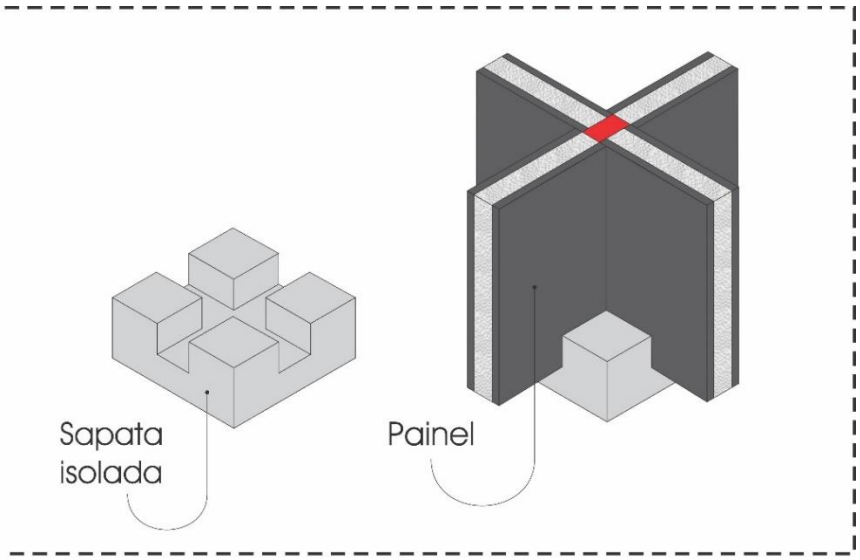
Figura 146 - Painéis tipo sanduíche mistos de concreto armado e núcleo em EPS sendo intertravados em sapadas isoladas projetadas com encaixe.



Fonte: Indústria Concrefato com registro do próprio autor, 2019.

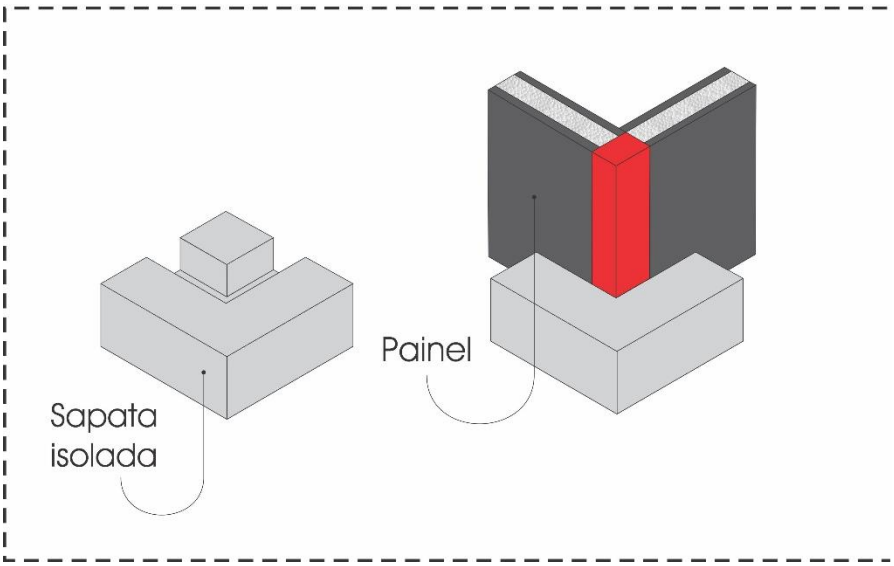
As Figuras 147 e 148 apresentam graficamente a sapata isolada adaptada em dois contextos: encaixes entre quatro e dois painéis verticais de vedação.

Figura 147 - Esquema de ligação de cisalhamento plana entre quatro painéis tipo sanduíche com núcleo em EPS com a utilização de sapata isolada com encaixe.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 148 - Esquema de ligação de cisalhamento plana entre dois painéis tipo sanduíche com núcleo em EPS com a utilização de sapata isolada com encaixe.



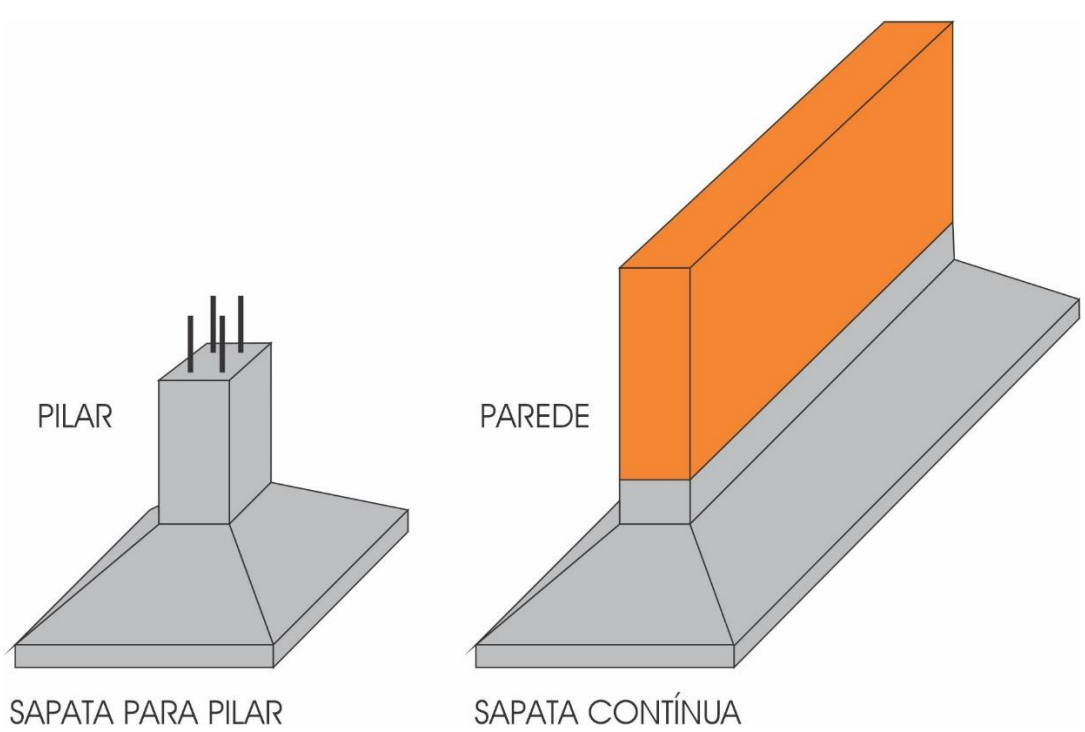
Fonte: O próprio autor, 2020.

O subitem a seguir apresenta algumas considerações sobre a estrutura de fundação hipoteticamente feita em sapata corrida com os painéis analisados nesta pesquisa.

4.3.2. Considerações Sobre a Aplicação da Sapata corrida

Diferente da sapata isolada, a sapata corrida (Figura 149) é sequencial, ou seja, de tamanho proporcional ao comprimento da parede. A vantagem da sapata corrida é a economia, pois não necessita de vigas e pilares na sustentação do edifício.

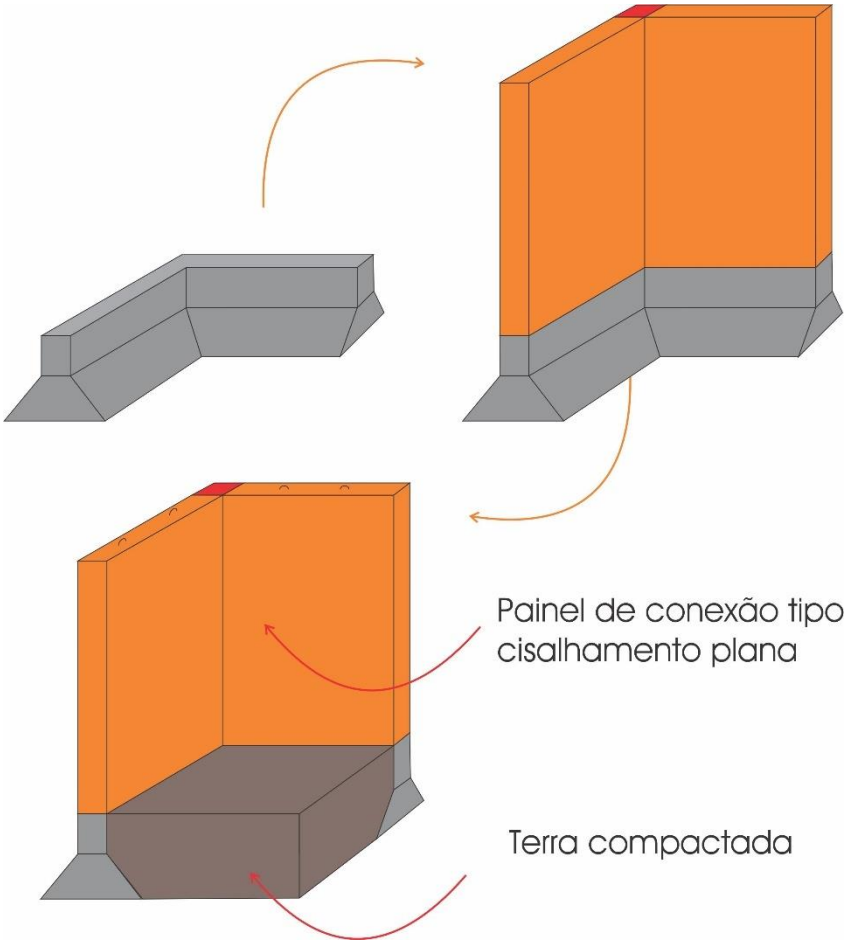
Figura 149 - Sapata pilar e sapata contínua para paredes.



Fonte: O próprio autor, 2020.

A desvantagem é que no caso do sistema construtivo em estudo é necessário que ocorra a compactação de terra agregada para vencer a diferença de nível gerada após interferência da edificação na linha original do terreno (Figura 150) e não receber cargas estruturais consideráveis, como por exemplo, um edifício que tenha mais de uma pavimento. A obra, nesse sentido, exige maior equipe de execução, além de tornar a construção mais artesanal, rompendo a proposta da pesquisa, que é fornecer identidade (em diversos níveis e tempo) de forma industrializada, sem desconsiderar a criatividade do arquiteto envolvido.

Figura 150 – Esquema de estrutura de fundação com sapata corrida na utilização de painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS com aterro na edificação.



Fonte: O próprio autor, 2020.

No subitem seguinte tem-se as ponderações sobre o sistema de fundação rasa *radier*.

4.3.3. Considerações Sobre a Aplicação do *Radier*

Além das sapatas, o *radier* (Figura 151) se revela como uma terceira alternativa de aplicação, pois se destaca pelo menor custo e agilidade, geralmente aplicado em obras de pequeno a médio porte, como por exemplo: habitações e/ou edifícios com até 12 pavimentos. O *radier* também é conhecido como elemento de fundação superficial, capaz de distribuir uniformemente os carregamentos estruturais.

Figura 151 – *Radier* após execução.



Fonte: Registro do próprio autor, 2020.

Apropriada para à maioria dos tipos de solo, com exceção de zonas com baixa resistência superficial, o *radier* propõe uma distribuição uniforme da estrutura, como já mostrado. É notório este tipo de fundação rasa sendo aplicada em edifícios altos que optam por essa opção. Nesses casos, a laje de concreto armado é estaqueada com alturas consideráveis.

O modelo de fundação rasa tipo *radier* poderia ser utilizado de forma mais ampla e acessível se no Brasil existisse uma norma técnica específica. A fabricação simples dos *radiers* e o fato de o fato de dispensar intensas movimentações de terra fazem com que os *radiers* sejam bastante competitivos tanto em obras com sistemas estruturais tradicionais, quanto com projetos arquitetônicos que abraçam soluções

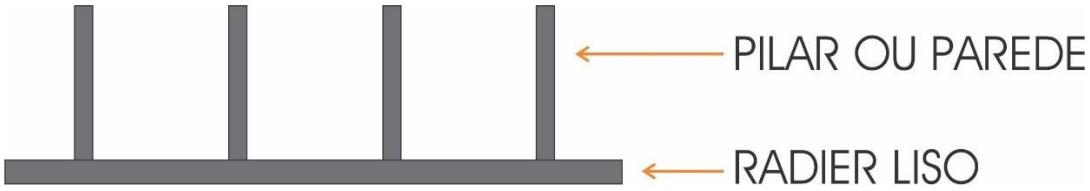
construtivas industrializadas, como o da referida pesquisa (Painéis de vedação pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS).

A definição da disposição estrutural, dimensões dos painéis de vedação e sua espessura são critérios imprescindíveis na elaboração do projeto do *radier*. Os painéis em estudaram apontaram critérios importantes que circundam questões como: peso próprio, conexões, ponderações sobre patologias de alto e baixo nível, isto posto, o *radier* é a melhor opção para o referido projeto por reduzir gastos como movimentação do solo, reação do solo (considerou-se um solo não arenoso).

O desempenho da fundação do tipo *radier* está apoiada na resistência do solo e, principalmente, das etapas que antecedem sua produção, sendo: a compactação do solo e essa ação pode influenciar de forma positiva, ou seja, as propriedades de resistência da terra melhoram com a compactação feita de forma inteligente (os relatórios podem ser produzidos com base no levantamento de sondagem).

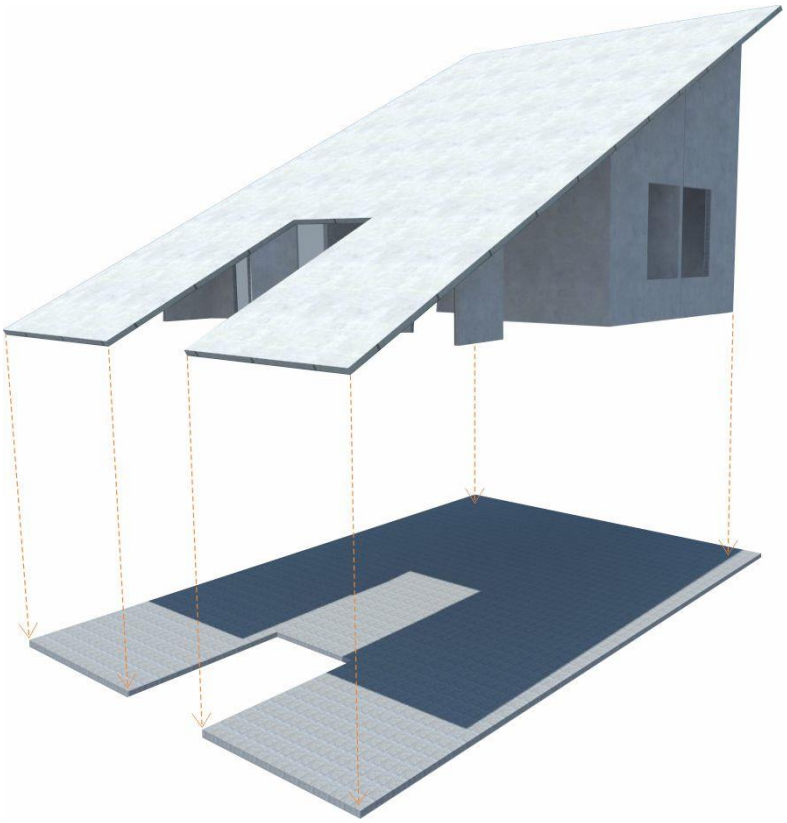
Existem mais de um tipo de *radier*, por exemplo: simples, armado e protendido. O projeto arquitetônico hipotético considerou a previsão de um *radier* armado liso (Figuras 152 e 153), pois mesmo sendo uma construção de pequeno porte é composta por painéis monolíticos já estruturais (autoportantes).

Figura 152 – *Radier* liso.



Fonte: O próprio autor, 2020.

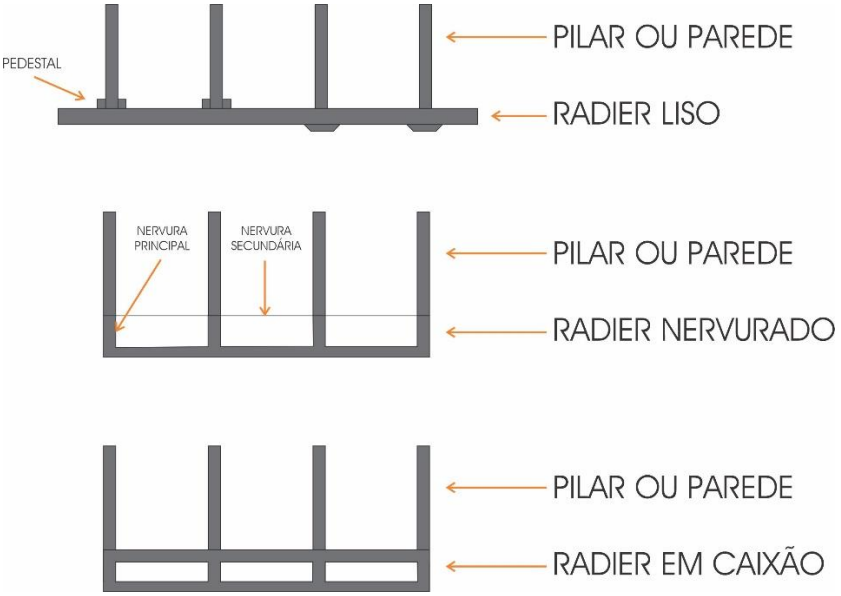
Figura 153 - Projeto de arquitetura em estudo com estrutura de fundação rasa tipo *radier* liso.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Para a utilização dos painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS em construção de médio porte, recomenda-se outros modelos (Figura 154), por exemplo: *radier* com pedestais ou cogumelos que tem a capacidade de promover aumento da espessura dos painéis e maior eficiência na resistência à flexão e ao esforço cortante. Os pedestais podem ser superiores ou inferiores, tendo este último a vantagem de ser feita na escavação e deixar a superfície do piso plana também.
Outro modelo é o *radier* nervurado, podendo ser fabricado com nervuras primárias e secundárias, alocadas sob os painéis autoportantes. Na estrutura inferior há a necessidade de fazer escavação, diferentemente de nervuras superiores. Por último, tem-se o *radiers* em caixão, empregado em projetos onde o objetivo é atribuir maior rigidez e ser executado em diversos pisos.

Figura 154 - Tipos de *radiers* recomendado para obras maiores que usam os painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS.



Fonte: O próprio autor, 2020.

O item seguinte infere pontos projetuais que tangenciam previsões sobre a cobertura da edificação, utilizando os painéis pré-fabricados com núcleo em EPS inclinados.

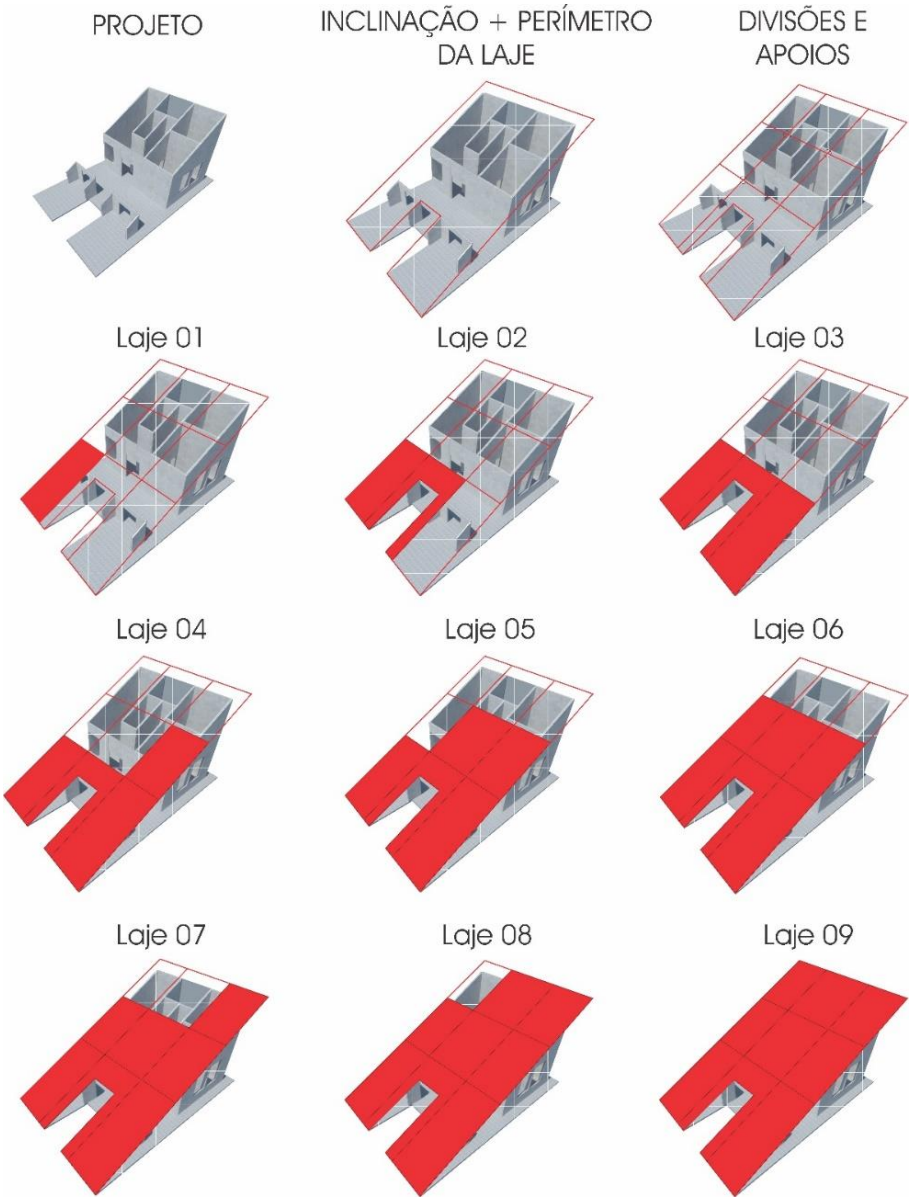
4.4. PREVISÃO DE LAJE E COBERTURA

Nesta parte da pesquisa buscou-se simular algumas alternativas de estruturas para o telhado do projeto arquitetônico hipotético. Optou-se por testar e levantar considerações sobre: (a) laje inclinada com telha e (b) laje inclinada verde. É válido ressaltar que ambos os tipos de telhados acima citados podem ser lincados em todas as simulações projetuais aqui analisadas com suas respectivas conexões (ligação por cisalhamento tipo plana e ligação por compressão tipo estreita).

4.4.1. Laje inclinada com telha

Para esta alternativa identificisou-se a necessidade em fazer um projeto dos painéis destinados para a laje, fazendo um estudo minucioso sobre os pontos ideais de apoio, preocupando-se também, com a redução de possíveis flambagens nas peças (Figura 155).

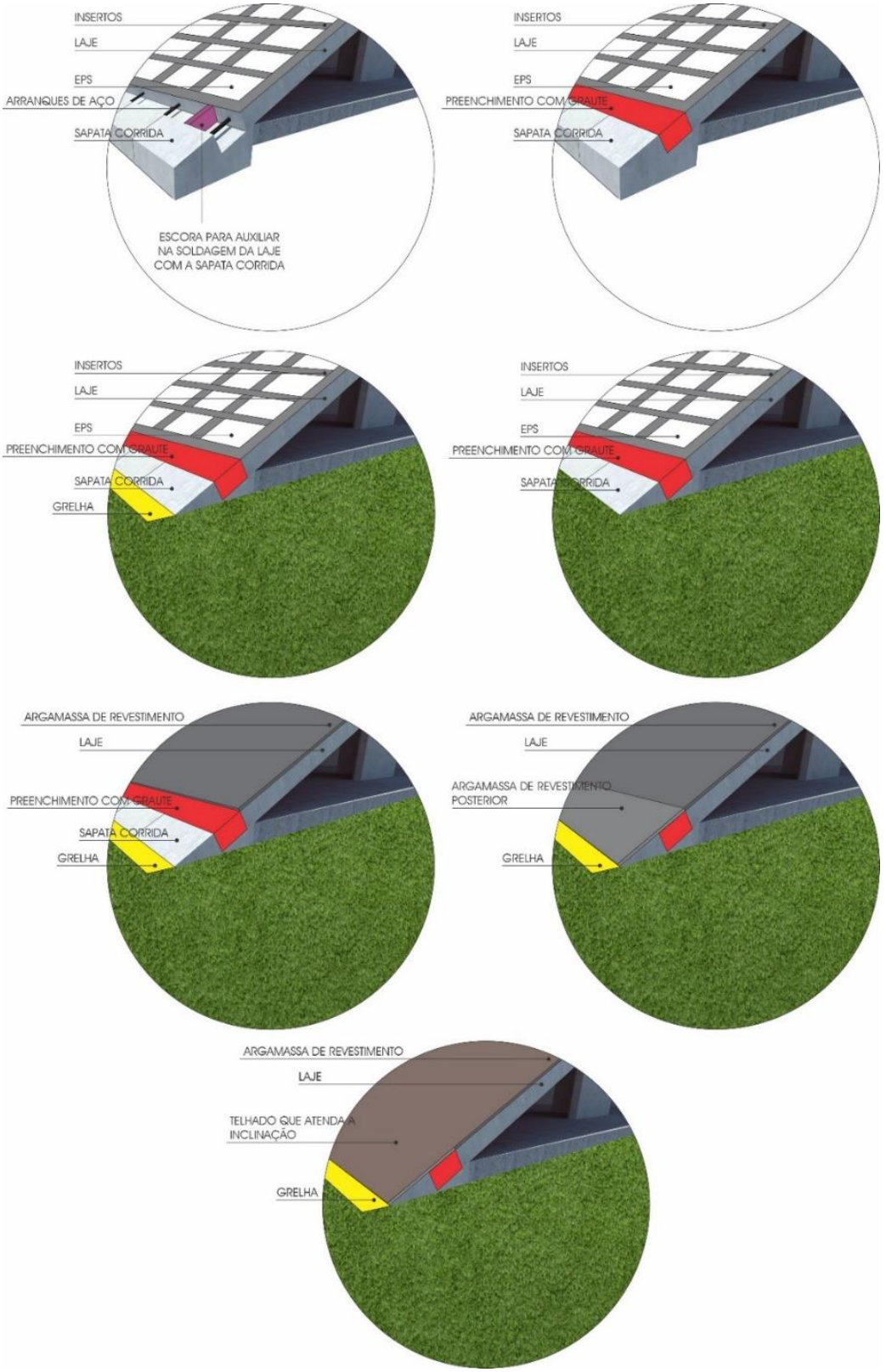
Figura 155 - Estudo de divisões e esforços dos painéis destinados para a laje do projeto arquitetônico com conexão por meio de compressão estreita.



Fonte: O próprio autor, 2020.

O esforço da laje inclinada é concentrado no ponto inicial da inclinação (Figura 156), apoiada em uma estrutura de sapata corrida pré-fabricada com encaixe escora para facilitar a soldagem entre as estruturas de arranque das peças (laje e sapata corrida pré-fabricada), posteriormente recebendo o preenchimento com graute (microconcreto flúido). À vista disso, é obrigatório a previsão do recebimento de carga interligado com o projeto de estrutura rasa utilizada (*radier*).

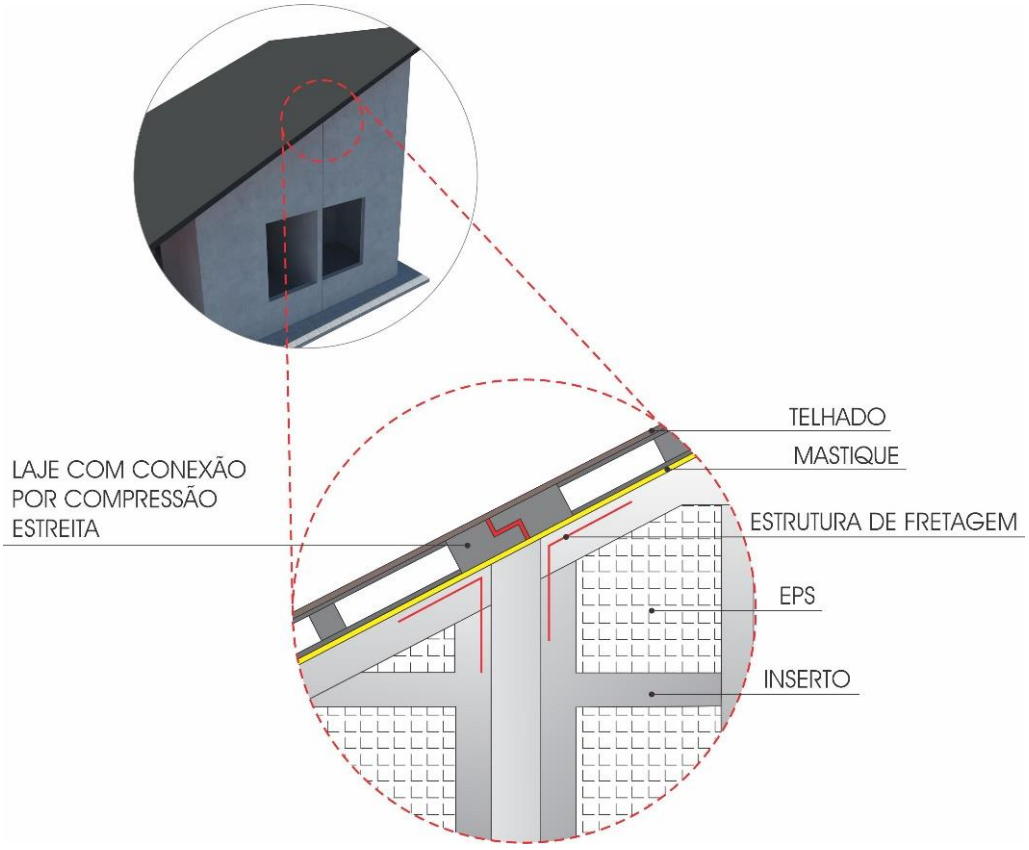
Figura 156 – Esquema da solução estrutural definida em projeto para a inserção dos painéis destinados a laje inclinada com captação da água da chuva.



Fonte: O próprio autor, 2020.

A utilização do mastique (Figura 157) para receber as peças pré-fabricadas proporciona selagem de juntas entre painéis e garante aderência em argamassas, além de ser impermeável. Sobre o acabamento final, ele pode ser pintado após a sua total polimerização e recomenda-se a utilização de tintas em dispersão (acrílicas e vinílicas). Em linhas gerais, ele não impede que a edificação tenha um bom acabamento estético, além de reduzir os impactos dos painéis de laje durante o processo de içamento e junção entre eles.

Figura 157 - Conexão entre as lajes apoiadas no mastique selante de consistência plástica e viscosa que permite aplicação em juntas contínuas, podendo endurecer.

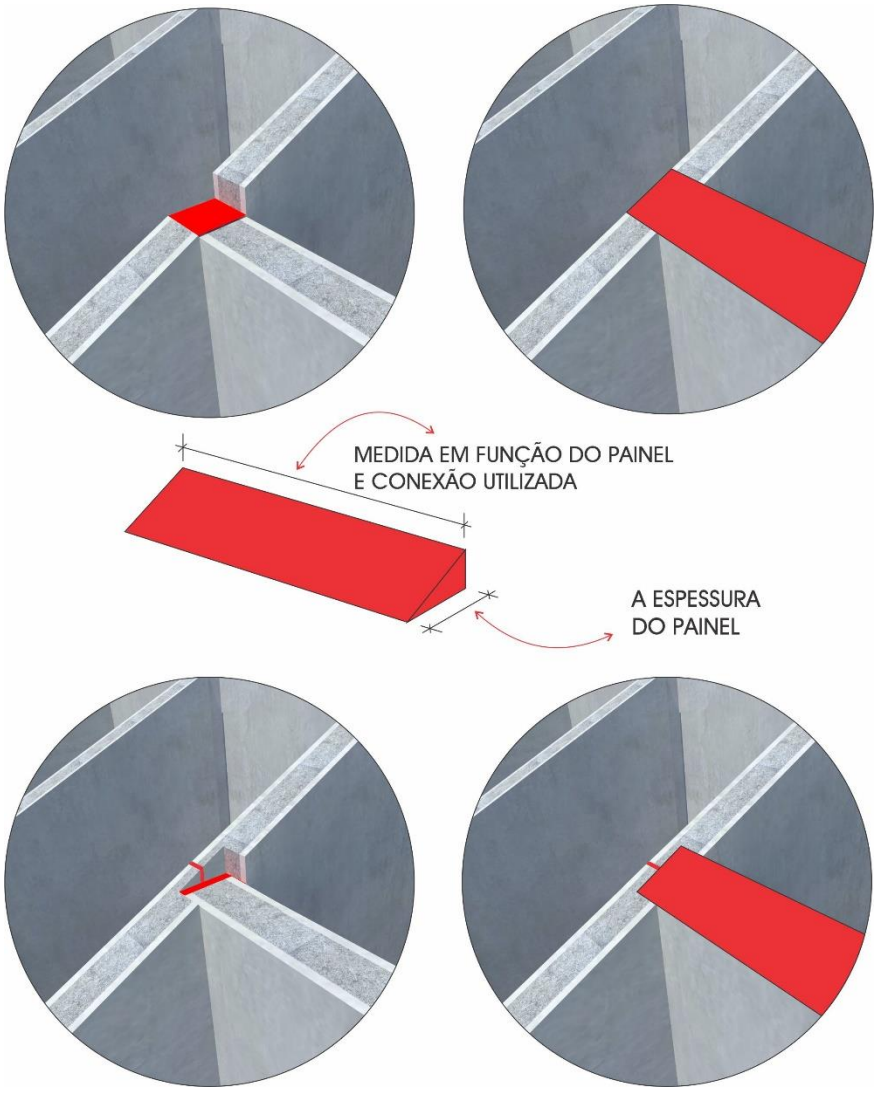


Fonte: O próprio autor, 2020.

Além das análises acima apresentadas para construção do telhado, é válido ressaltar que há a necessidade em criar peças pré-fabricadas com inclinação (prismas triangulares) nos pontos mais altos do painéis de vedação, conforme explicitado na

Figura 158. As dimensões dos prismas triangulares são definidas conforme o painel (espessura), tipo de junção entre eles definida durante o processo projetual e a inclinação do telhado, critérios que orientam arquiteto sobre o número ideal de peças a serem produzidas. É válido salientar que as peças pré-fabricadas no formato de prismas triangulares também podem ser confeccionadas na mesma pista de confecção dos painéis de vedação, desde que seja criada uma fôrma específica para este caso.

Figura 158 - Prismas triangulares para finalização do telhado em conexões por cisalhamento tipo plana e compressão tipo estreita.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Além da investigação projetual no que tange as discussões da estrutura do telhado com laje inclinada com a utilização de telhas que venham a atender a inclinação proposta, analisou-se este mesmo formato com laje verde e suas etapas projetuais.

4.4.2. Laje inclinada verde

Nesta alternativa, algumas questões técnicas foram comparadas com o modelo anterior apresentado (laje inclinada com telhado), notou-se que há muitas questões incomuns, alterando apenas o revestimento final do telhado (Figura 159).

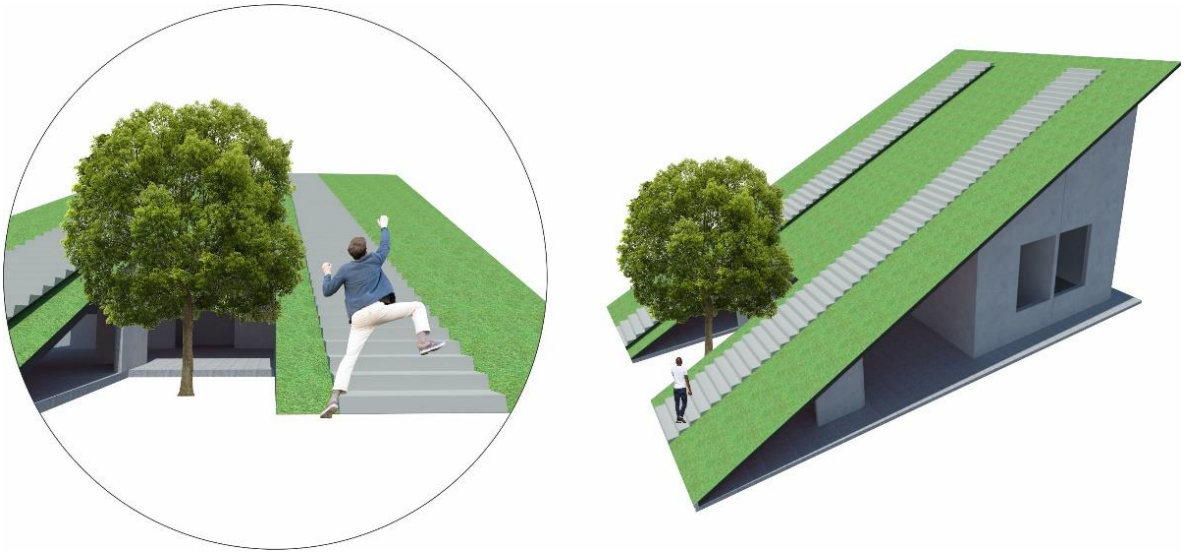
Figura 159 - Diagrama de camadas da estrutura secundária do telhado verde a serem aplicadas após a fixação de todas as peças da laje.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Apesar das lajes inclinadas contribuírem para soluções de conforto ambiental e acústico, torna-se, para este projeto, uma solução inviável por questões como: emprego das camadas da laje verde (deve ocorrer após o içamento e concexão das lajes), manutenção e investimento inicial. O projeto da laje verde para telhados com a inclinação de 27% (utilizada no projeto arquitetônico hipotético), exigem um acesso seguro para manutenção do mesmo, ou seja, escadas ou outras alternativas possíveis de forma a facilitar o acesso (Figura 160).

Figura 160 - Esquema das lajes com conexão tipo estreita com camadas para laje verde e escada pré-fabricada para facilitar o acesso a manutenção.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Em linhas gerais, as estruturas de telhado descontínuas apontam vantagens em relação às estruturas contínuas, independentemente do material, menor peso próprio, redução no consumo de material e maior facilidade na execução, mas neste caso o telhado é a própria laje, otimizando funções e investimentos.

De forma genérica, é possível afirmar que existem níveis de customização que venham a atender as necessidades do cliente, não ignorando as possibilidades de reforma e/ou ampliação, porém apontando vantagens e desvantagens frente a decisão tomada. Além de prever e analisar dois modelos para a estrutura do telhado,

a presente pesquisa investiu em análises das instalações prediais (hidrossanitária, esgoto e elétrica).

4.5. PREVISÃO DE INSTALAÇÕES PREDIAIS

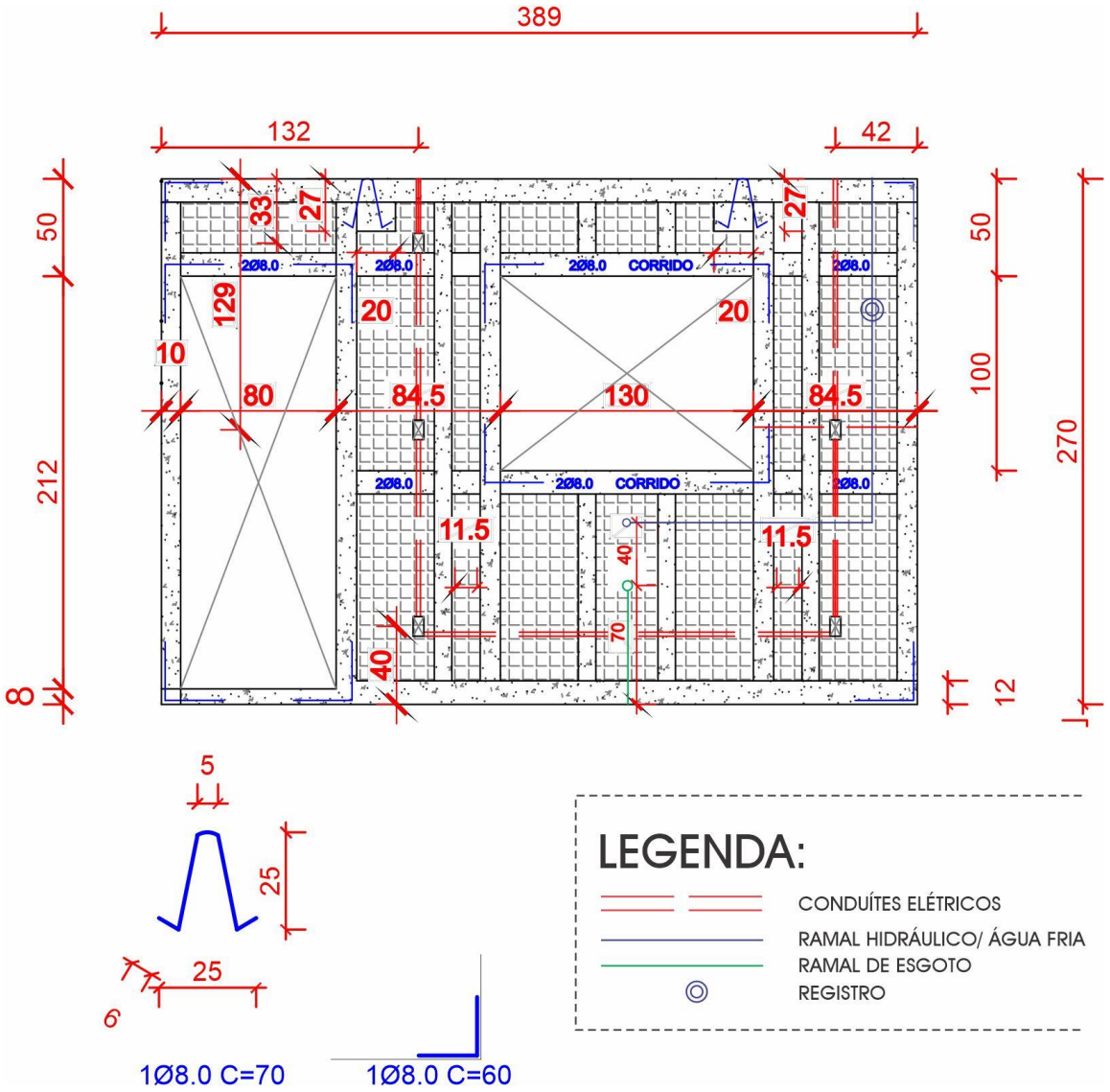
Os projetos complementares de um projeto de arquitetura, na maioria das vezes, são vistos por uma ótica negativa, por intervir, em alguns casos, de forma significativa nas decisões formais e estéticas definidas pelo arquiteto. O planejamento de uma obra funciona como uma diretriz no acompanhamento e cronograma das etapas previamente definidas, além de certificar o cumprimento de prazos e acompanhar o fluxo de caixa. Conforme analisado anteriormente, um dos grandes problemas da construção convencional são as falhas, que podem ocorrer por parte do projeto propriamente dito, fabricantes, distribuidores e a execução da obra.

A compatibilização, neste contexto, resume-se em compreender a interação de projetos (hidrossanitário, esgoto, elétrico e estrutural) com o projeto arquitetônico e visa identificar intercorrências que venham a surgir antes da fase de execução da obra. Seu propósito é eliminar conflitos entre os elementos construtivos, com o intuito de reduzir as possibilidades de retrabalho, desperdícios e tempo. Nesse viés, compreende-se que a intenção da compatibilização é gerenciar e integrar partes.

Esta pesquisa conta com a constante preocupação do diálogo entre "as partes", nesse sentido, buscou-se compreender a previsão de projetos complementares e contribuir com as análises projetuais do projeto arquitetônico em estudo com a utilização de painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS. Primeiramente, é válido ressaltar que as duas conexões utilizadas no *ex-post-facto* (projeto arquitetônico) não interferem nos projetos complementares e podem ser usadas sem intercorrências na fase projetual e de execução.

As instalações prediais ocorrem de forma concomitante com o projeto de arquitetura, o que minimiza erros circunstanciais, pois são identificados durante o início do processo. A Figura 161 exibe um exemplo de uma vista técnica de um painel que agrega instalações prediais: elétrico e hidrossanitário. A imagem ilustra os projetos coadunados em um painel específico. Os painéis de vedação, como já citados, são autoportantes, é possível ver que é imprescindível conceber o produto desmembrado em decorrência da conexão direta entre as partes.

Figura 161 – Desenho técnico do painel pré-fabricado misto de concreto armado com núcleo em EPS com projetos complementares.

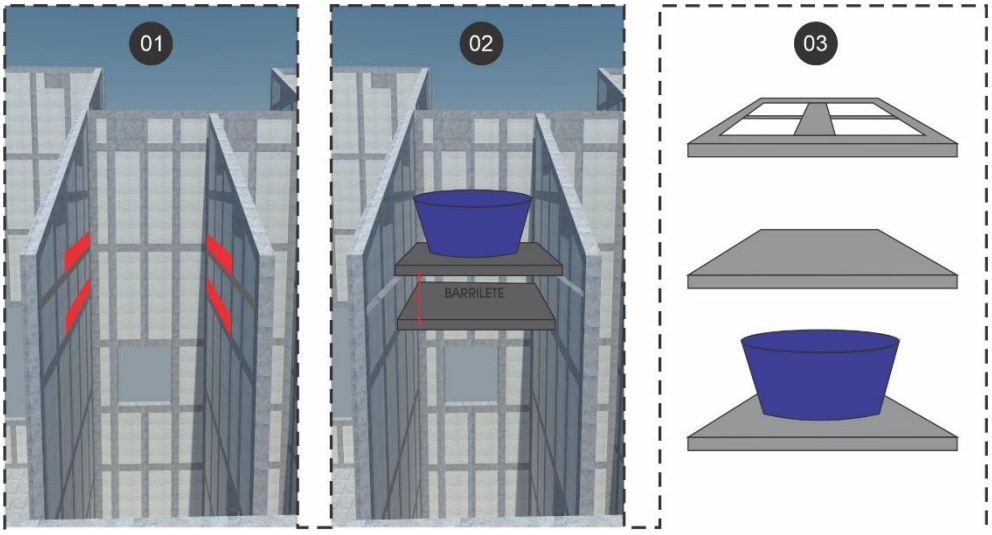


Fonte: O próprio autor, 2020.

A execução dos painéis devem ser rigorosamente supervisionadas em decorrência de conexões entre peças hidrossanitárias.

Sobre instalações de água fria não houve intercorrências na entrada e fornecimento no projeto arquitetônico hipotético em análise, nem interferências nos sistemas de abastecimento, locação de reservatórios (o pé-direito variado proporcionou prever o reservatório superior acima do chuveiro, conforme Figura 162), na rede de distribuição e nem nos materiais a serem utilizados, dimensionamento das tubulações. A Figura 162 aponta uma alternativa para a inserção do sistema indireto sem bombeamento ou, se for necessário, uma distribuição mista. O momento 01 aponta um trecho em vermelho que deve prever o encaixe de uma laje que tenha resistência suficiente para suportar o volume da reservatório superior e da água. Esta alternativa é viável por facilitar a fixação do painel/laje após o içamento das paredes. Recomenda-se, para este caso, que o reservatório seja de material leve e de fácil manuseio.

Figura 162 – Esquema da caixa d'água no projeto em análise.



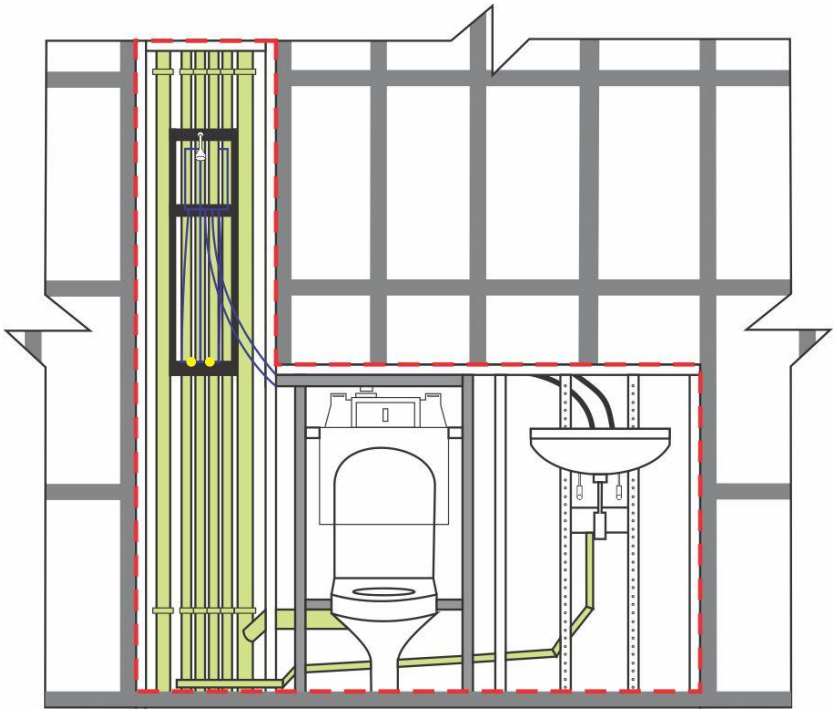
Fonte: O próprio autor, 2020.

Sobre o fornecimento de água quente, quando for o caso, também não houveram intercorrências sobre os tipos de aquecedores a serem utilizados e seus respectivos dimensionamentos, desde que sejam previstos.

Em linhas gerais, as instalações prediais funcionam como subsistemas que devem interligar com o sistema construtivo, seja ele qual for, de forma técnica e estética. A perfeita integração ocorre desde a estrutura de fundação à cobertura, sempre tendo em vista suas características funcionais e viáveis.

O sistema construtivo em estudo proporciona a utilização de um recurso interessante no âmbito das instalações prediais, são as famosas paredes hidráulicas pré-montadas que é basicamente uma solução racionalizada nos sanitários, por exemplo. Refere-se à uma alternativa que resulta em módulos, em sistemas hidráulicos de banheiros, áreas de serviço e/ou cozinhas etc. Nestes casos, uma alternativa projetual seria dispor a tubulação de forma fixada com braçadeiras em uma estrutura metálica, podendo ser customizada conforme orientado em projeto. Toda a instalação fica embutida no painel (Figura 163), inclusive a de esgoto, o que reduz o tempo e o custos. O projeto já possui painéis espessos nos trechos de parede hidráulica, o que não impede a utilização de canos com espessuras variadas.

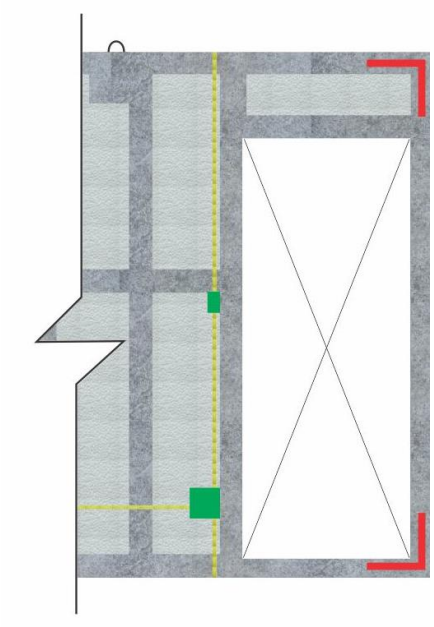
Figura 163 - Kit parede hidráulica esquemático no painel pré-fabricado tipo sanduíche mistos de concreto armado com núcleo em EPS.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Sobre as instalações elétricas (Figura 164), não houve conflitos técnicos com o projeto arquitetônico hipotético em estudo, tanto nas vedações propriamente ditas, como nas conexões analisadas. Os conduítes por serem fabricados com materiais mais flexíveis permitem mais adaptabilidade com os desenhos pré-definidos pelo arquiteto ou engenheiro civil.

Figura 164 - Diagrama do painel de vedação pré-fabricado mistos de concreto armado com núcleo em EPS na companhia dos componentes do projeto elétrico.



Fonte: O próprio autor, 2020.

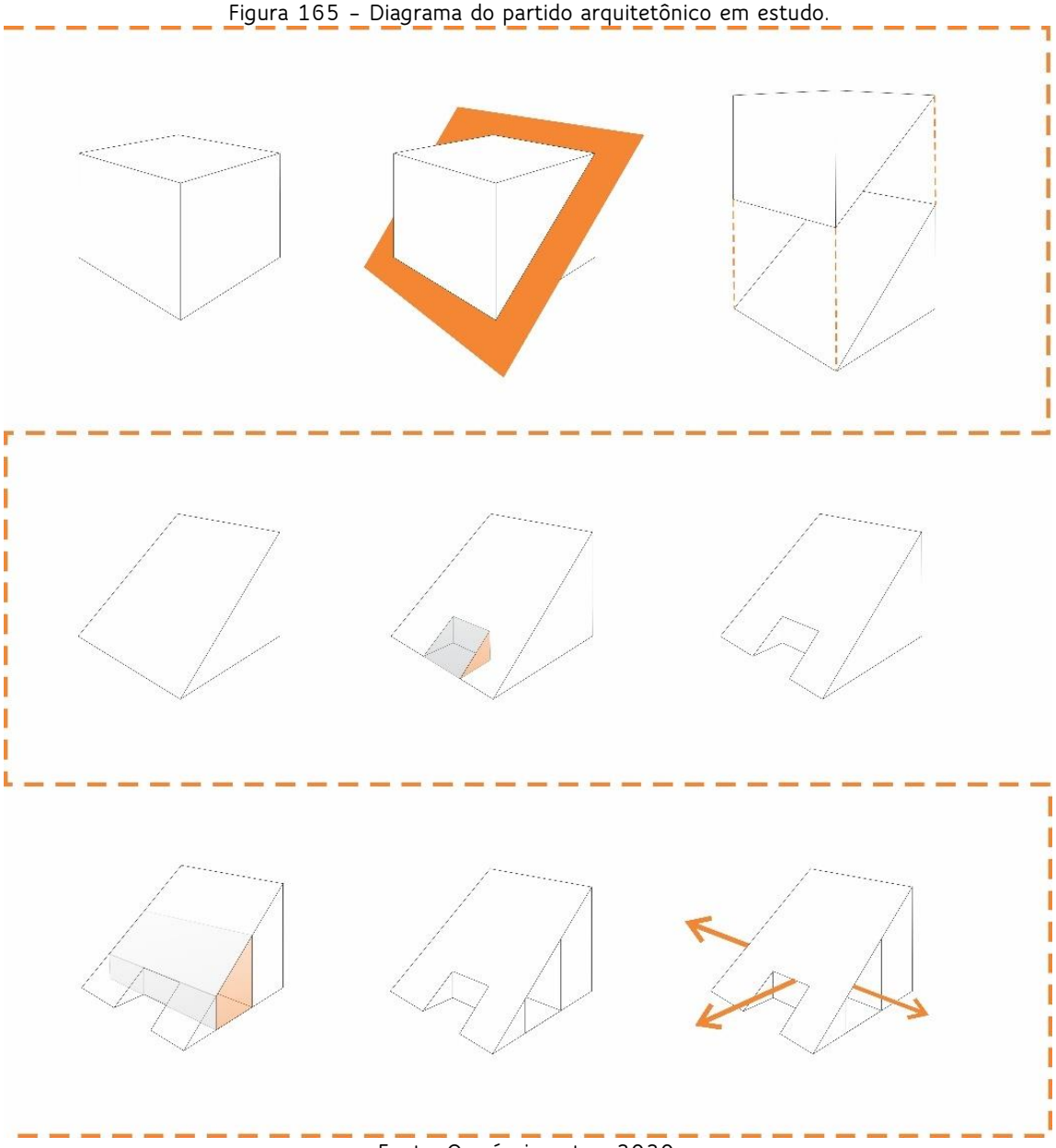
De forma concisa, identificou-se estratégias e considerações sobre as instalações prediais e em sequência algumas ponderações são destacadas sobre as diferenças entre a construção convencional e a pré-fabricada em estudo.

4.6. DISTINÇÕES ENTRE A CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL E A DE PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS MISTOS DE CONCRETO ARMADO COM NÚCLEO EM EPS

Durante o processo de desenvolvimento do projeto arquitetônico hipotético em estudo algumas considerações foram levantadas com o intuito de direcionar profissionais e/ou pesquisadores que se interessam em reflexões sobre a produção das novas cidades (Figura 165). A subjetividade, neste contexto, torna-se um dos

grandes desafios na definição de um perfil familiar. Posto isto, o projeto foi desenvolvido com o conceito de flexibilidade e condução facilitada à novas configurações construtivas e familiares. O pé-direito variado atende não só a pesquisa técnica, mas a possibilidade de sobrepor mobiliários, conforto ambiental (condução facilitada da pressão de ar quente e saída) e proporções que atendam um área a ser construída em lotes pequenos.

Figura 165 – Diagrama do partido arquitetônico em estudo.



Fonte: O próprio autor, 2020.

4.6.1. Projeto e Construção: Convencional x Pré-fabricação com Painéis Mistos de Concreto Armado com Núcleo em EPS

A Tabela 03 aponta etapas que regem a concepção projetual empírica e, posteriormente, técnica. Enquanto na Tabela 04 objetiva-se interligar etapas e processos, promovendo o diálogo empírico e técnico. No que tange à criação no âmbito da arquitetura, é pertinente salientar que existem inúmeras maneiras de abstrair e trabalhar dados que possam ser retratados em projeto na arquitetura. Durante o desenvolvimento experimental relações mentais e gráficas expressaram ideias de maneira imagética, propondo reflexões que permitissem êxito, na medida do possível.

Tabela 03 – Etapas de projeto em construções convencionais.

ETAPAS DE PROJETO EM CONSTRUÇÕES CONVENCIONAIS		
LEVANTAMENTO DE DADOS	Essa é uma etapa preliminar realizada em conjunto com o cliente, para que o arquiteto possa compreender suas necessidades e anseios para a futura casa. No levantamento são definidos os conceitos preliminares norteadores da proposta que será desenvolvida, objetivos, programa de necessidades, padrões básicos dos sistemas construtivos e acabamentos.	
ATIVIDADE	**DESCRIÇÃO**	**ELEMENTOS BÁSICOS**
ESTUDO PRELIMINAR	É na fase de estudo preliminar que o cliente recebe a primeira proposta de projeto, perspectivas em 3D, plantas humanizadas, vistas e leiautes conceituais. A apresentação de variações de projeto também é comum nessa fase. As soluções iniciais apresentadas, são desenvolvidas com base nas necessidades identificadas no levantamento. Após a análise do terreno, definição da área a ser construída e também do levantamento da legislação local e restrições do condomínio.	• Planta setorizada; • Leiaute (alternativas/ variações); e • Partido arquitetônico.
ANTEPROJETO	Após a aprovação do projeto preliminar, no qual fica definido o estilo e a concepção estrutural do projeto, inicia-se o desenvolvimento do anteprojeto. O anteprojeto é a evolução do estudo preliminar, nele são especificados os elementos, instalações e componentes, necessários para a total compreensão do projeto pelo cliente.	• Área a ser construída; • Padrão de acabamento; e • Custo unitário básico.
PROJETO ARQUITETÔNICO	A etapa de projeto é fase de especificação detalhada e minuciosa de tudo que foi definido até o anteprojeto, por isso, se divide em subetapas: A) Projeto Básico ou Legal; B)Projeto Executivo; e C) Coordenação e Compatibilização de Projetos.	• Plantas principais; • Especificações básicas; • Preços de referência; • Plantas detalhadas; • Especificações completas; e • Preços negociados.

Fonte: O próprio autor, 2020.

Tabela 04 – Etapas de projeto em construções pré-fabricadas com painéis de vedações mistos de concreto armado com núcleo em EPS.

ETAPAS DE PROJETO EM CONSTRUÇÕES PRÉ-FABRICADAS COM VEDAÇÕES MISTAS DE CONCRETO ARMADO COM NÚCLEO EM EPS		
LEVANTAMENTO DE DADOS	Essa é uma etapa preliminar realizada em conjunto com o cliente, para que o arquiteto possa compreender suas necessidades e anseios para a futura casa. No levantamento são definidos os conceitos preliminares norteadores da proposta que será desenvolvida, objetivos, programa de necessidades, padrões básicos dos sistemas construtivos e acabamentos.	
ATIVIDADE	**DESCRIÇÃO**	**ELEMENTOS BÁSICOS**
ESTUDO PRELIMINAR	É na fase de estudo preliminar que o cliente recebe a primeira proposta de projeto, perspectivas em 3D, plantas humanizadas, vistas e leiautes conceituais. A apresentação de variações de projeto também é comum nessa fase. As soluções iniciais apresentadas, são desenvolvidas com base nas necessidades identificadas no levantamento. Após a análise do terreno, definição da área a ser construída e também do levantamento da legislação local e restrições do condomínio.	• Planta setorizada; • Leiaute (alternativas/ variações); e • Partido arquitetônico.
PROJETO ARQUITETÔNICO	A etapa de projeto é fase de especificação detalhada e minuciosa de tudo que foi definido até o anteprojeto, por isso, se divide em subetapas: A) Projeto Básico ou Legal; B)Projeto Executivo; e C) Coordenação e Compatibilização de Projetos.	• Área a ser construída; • Padrão de acabamento; e • Custo unitário básico. • Plantas principais; • Especificações básicas; • Preços de referência; • Plantas detalhadas; • Especificações completas; e • Preços negociados.
PROJETO DAS FÔRMAS	Na fase de projeto das fôrmas a planta passa por compatibiização em função do modelo de conexão definido, como mostrado no apêndice e nas análises anteriores. Nesta etapa todos os projetos são alinhados para finalmente o projeto de execução final ser finalizando. A referida fase projetual integra o projetista de forma mais efetiva com todas as demandas e informações técnicas, reduzindo o número de chances de ocorrer qualquer imprevisto no canteiro de obras.	• Tipo de conexão entre painéis; • Vãos definidos; • Painéis de vedação com todas as informações integradas: proj. hidrossanitário e proj. elétrico.

Fonte: O próprio autor, 2020.

Ainda sobre a Tabela 04, notou-se na etapa de projeto das fôrmas ponderações importantes que surgiram durante a adequação do projeto com os desenhos dos painéis de vedação e conexões, questões explicitamente identificadas com maior rigor na etapa tridimensional. O auxílio do *software sketchup* apresentou potencial para compreender e detectar problemas ainda não explorados, sendo uma metodologia motivacional para quem vislumbra trabalhar com projetos neste viés.

A exploração tridimensional, em linhas gerais, proporciona a ampliação mental do projetista. O baixo peso específico dos painéis ocasionado pela substituição de blocos cerâmicos por peças de EPS o torna um material de fácil fabricação e manuseio. A Figura 166 ponta, de forma sintetizada, a variação que a pista horizontal de fabricação pode proporcionar no processo criativo. Enquanto nas Figuras 167, 168 e 169 apresentam as peças de montagem, possibilidades e ajustes.

Figura 166 – Definição das nervuras, preenchimento e resultado com ênfase nos trechos de travamento, que devem ser projetados antes da produção dos painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS.



Fonte: O próprio autor, 2020.

Figura 167 – Travamento das peças metálicas para concretagem.



Fonte: Indústria Concrefato com registro do próprio autor, 2019.

Figura 168 – Travamento das peças metálicas para concretagem.



Fonte: Indústria Concrefato com registro do próprio autor, 2019.

Figura 169 – Travamento das peças metálicas para concretagem alinhadas na pista de fabricação.



Fonte: Indústria Concrefato com registro do próprio autor, 2019.

Não há fatores limitantes no processo de definição dos desenhos dos painéis, ou seja, as variantes independem do sistema construtivo em si, mas do construtor em limitar ou não. O subitem a seguir aponta diretrizes alicerçadas no método de customização em massa.

4.6.2. Diretrizes para adoção do Método de Customização em Massa.

As experiências projetuais em dois modelos com conexões diferentes (cisalhamento tipo plana e compressão tipo estreita) com painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS. Como já apontado, o perfil do projeto arquitetônico hipotético foi definido de forma que fosse possível agregar variantes

nas dimensões dos painéis, pré-direito, perspectivas de ampliação etc. A seguir, são apontados os principais critérios detectados para adoção da customizaão em massa na construção civil (Tabela 05).

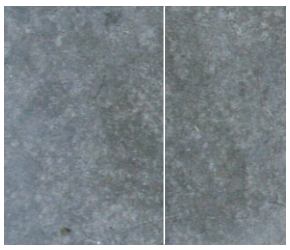
Tabela 05 - Diretrizes para adoção do método de customização em massa em projetos arquitetônicos que utilizam a pré-fabricação de painéis mistos de concreto armado com núcleo em EPS.

DIRETRIZES PARA ADOÇÃO DO MÉTODO DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA EM PROJETOS ARQUITETÔNICOS QUE UTILIZAM A PRÉ-FABRICAÇÃO DE PAINÉIS MISTOS DE CONCRETO ARMADO COM NÚCLEO EM EPS

DIRETRIZ	RECOMENDAÇÕES
CLIENTE DIRETAMENTE LIGADO NO PROCESSO PROJETUAL	A participação do cliente é o elemento chave na customização. Em construções com perfil massificado orienta-se que haja um questionário base para que haja compreensão sobre as expectativas e que elas possam, na medida do possível, serem atingidas. É válido ressaltar que a interação do cliente se restringe a essa etapa, pois há a necessidade em definir, de fato, todos os elementos do projeto e evitar retificações.
PROCESSO DE PROJETO: TECNOLOGIA COMO DIRETRIZ NO MÉTODO DE CUSTOMIZAÇÃO	Antes de tudo é necessário definir a tecnologia antes de iniciar a processo projetual. O conceito de customização em massa se adapta em diversas tecnologias e, inclusive, variadas, que juntas possam facilitar etapas e processos. Nos projetos estudados houve a variação de materiais no telhado, por exemplo.
ASSESSORIA NA ESCOLHA DO TERRENO E TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA QUE PERMITA INTERVENÇÕES	Proporcionar uma boa escolha e, se for o caso, atingir um alto índice de aproveitamento. Os projetos possuem um alto pé-direito pois o conceito de customização em massa engloba intervenções futuras também. Nesse sentido, as construções massificadas de único pavimento ocupam de forma considerável respaldada na taxa de ocupação próxima ao que geralmente é permitido.
PLANEJAR A ABORDAGEM DO MÉTODO DE CUSTOMIZAÇÃO	A forma mais indicada para a viabilidade do método de customização agregado ao produto (projeto arquitetônico) necessita de como a cadeia de valor se configura no contexto projetual, que envolve desde o projetista à concepção logística do processo construtivo, corroborando com Pine (1994), citado na fase de revisão da literatura. Em linhas gerais, optou-se por uma tecnologia pré-fabricada com painéis mistos de concreto armado com núcleo em EPS, proporcionando a flexibilização de processos e a integração da cadeia de fornecedores. Em linhas gerais, materiais que proporcionam, quando e se for o caso, variações no produto (painel).

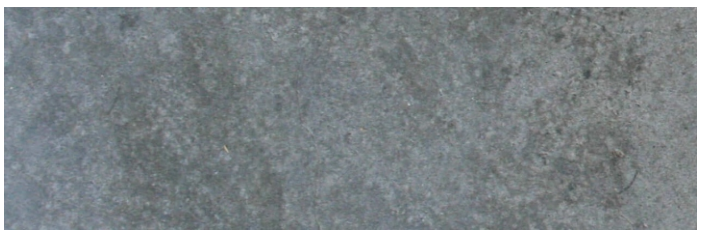
Fonte: O próprio autor, 2020.

Após todas as etapas experimentais projetuais, conclusões foram geradas no próximo capítulo, com o objetivo de fechar discussões e promover novas.



PEÇA 05

CONCLUSÕES FINAIS



5.

PEÇA 05: CONCLUSÕES FINAIS

"Alguns homens vêem as coisas como são, e dizem "Por quê?" Eu sonho com as coisas que nunca foram e digo "Por que não?".

George Bernard Shaw[14]

Neste capítulo são apresentadas, concisamente, as principais considerações sobre a dissertação e também algumas sugestões para trabalhos futuros, que podem vir a contribuir com o desenvolvimento de projetos arquitetônicos por escritórios apoiados no conceito de customização em massa (CM) e o sistema construtivo de painéis de vedação pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS.

O método de customização em massa manifesta nesta pesquisa como um recurso capaz de contribuir na arquitetura e na construção civil a partir do momento em que se preocupa com as fases (projetos complementares, administração, execução etc.) integradas ao projeto arquitetônico e, além disso, com as possibilidades de ampliação.

A presente dissertação possibilitou compatibilizar métodos tradicionais de projetação com o método de customização em massa, porém a viabilidade da obra no que se refere à prazos, racionalização e industrialização dependem de bons *softwares* para apresentar as propostas em modelos tridimensionais, facilitando a identificação de possíveis intercorrências.

[14] George Bernard Shaw foi um dramaturgo, romancista, contista, ensaísta e jornalista irlandês.

Constatou-se que não há lacunas e limites entre o conceito de customização em massa e a pré-fabricação, um vez que a construção modular tem o papel de direcionar como o método de CM será justaposto (partido arquitetônico).

Em linhas gerais, não há divergências do método de customização em massa com pré-fabricação de painéis de vedação mistos de concreto armado com núcleo em EPS, fato apontado na experiência projetual. Tais considerações são divididas nos seis aspectos distintos, que serão apresentados no próximo item.

5.1. CONCLUSÕES QUANTO AO PROJETO

A) Quando ao processo de projeto em função de novos métodos e tecnologias da construção

a) A coordenação modular funciona como uma diretriz destinada a instrumentalizar e coordenar as dimensões dos elementos produzidos *in loco* ou na fábrica com os projetos arquitetônicos. A emprego da modularidade na construção civil implica exige organização e disciplina, fatores indispensáveis para a industrialização e racionalização do processo projetual e construtivo e que justos possam ser realizadas de forma orgânica, correta e segura;

b) Nesta pesquisa notou-se que o projetista não fica a mercê de uma tecnologia, pelo contrário, o arquiteto pode controlar e tornar, ao mesmo tempo, seu processo criativo mais inteligente e integrado com as demais etapas do projeto arquitetônico;

c) Notou-se, também, que a tecnologia de softwares (*autoad* e *sketchup*) contribuíram e muito nas etapas projetuais e de ajustes durante o processo conceptivo de cada experimento (conexões de cisalhamento tipo plana e de compressão tipo estreita);

d) O projeto das vedações (preocupado com as faces internas e externas da edificação) contribuiu para a efetivação da atenção do projetista durante o processo criativo em concomitância com as fases mais técnicas e específicas;

e) Trabalhar em pleno século XXI com uma tecnologia modular que elimina os imprevistos na obra potencializa e proporciona credibilidade ao projetista e a empresa/equipe fabricante;

f) Durante o processo de projeto dos painéis foi criado um sistema de identificação para fabricação e fixação na obras. O intuito foi identificar as faces e o lado correto para locação na construção;

g) O experimento projetual com painéis de vedação pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS contribuíram para amplas discussões sobre o desenho manual e as ferramentas computacionais, que atualmente trabalham juntas, de forma paralela, sem destacar que uma é mais importante que a outra;

h) O arquiteto, neste contexto, passa a reconfigurar sua lógica projetual e conceptiva, compreendendo que o problema não é a modulação de espaços e sim, de dimensões que se relacionam com a utilização de elementos construtivos pré-fabricados, alinhados com a sua concepção criativa; e

i) A coordenação modular não compromete a capacidade criativa de um profissional projetista. Diferente disso, a existência dos condicionantes da coordenação modular resulta em obras cujos valores estético-formais estarão em harmonia perfeita com os valores sócio-econômicos e espaciais, não tirando esta responsabilidade do arquiteto e urbanista.

B) Aspectos construtivos dos painéis de vedação pré-fabricados mistos de concreto armado e núcleo em EPS

a) Com base na revisão da literatura apresentada sobre a pré-fabricação com painéis de vedação mistos de concreto armado com núcleo em EPS como material de construção, constatou-se que viável sua utilização e se adequa ao contexto ecológico, ambiental e como sistema construtivo, haja vista suas características físicas, mecânicas e construtivas, sendo capaz, podendo substituir, com segurança

e tecnologia, os materiais convencionais encontrados, na maioria das vezes, nas construções brasileiras;

b) O núcleo preenchido com EPS, fazem com que os painéis sejam mais leves e de fácil produção e manuseio, além de facilitar o armazenamento e o içamento até a estrutura de função, capaz de permitir a concepção de construções mais rápidas, podendo ser empregados em construções verticalizadas também;

c) Os painéis tratam-se de materiais de fácil manejo e com alto potencial de inserção no brasil, fatores que podem influir em seu baixo custo como material de construção;

d) Os painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS não limitam as possibilidades dos projetistas aplicarem sua criatividade, pelo contrário, proporcionam autonomia e hierarquiza o criador (autor principal) mediante ao processo industrializado;

e) Os painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS possuem uma estrutura tão leve que podem ser utilizados nos espaços para a produção de subprodutos, substituindo o uso de madeira e/ou aço;

f) Os painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS podem ser facilmente combinados com outros materiais para fins estéticos, reforço estrutural e/ou auxílio na resistência da argamassa de revestimento; e

g) Os painéis podem ser ajustáveis em diversos contextos, como por exemplo:

- Espessuras;
- Tamanhos; e
- Desenhos (chanfros, requadros, vãos etc).

C) Quanto ao projeto arquitetônico com painéis de vedação pré-fabricados mistos de concreto armado e núcleo em EPS

a) Por intermédio do desenvolvimento do projeto arquitetônico hipotético de uma habitação mínima considerando a utilização de painéis de vedação pré-fabricados, projetada como parte dos procedimentos experimentais desta dissertação, pôde-se constatar que, as vedações de painéis tipo sanduíche mistos de concreto armado e núcleo em EPS mais importantes da habitação e utilizados em maiores quantidades. A possibilidade de um projetista remodelar e adequar medidas dos painéis, bem como o exercício prático de sua execução, conduziu grandes contribuições para o desenvolvimento tecnológico e exploratório em construções habitacionais;

b) Durante as visitas técnicas e a execução do protótipo na Indústria Concrefato constatou-se que a pré-fabricação artesanal destes componentes construtivos promove a racionalização e acelera o processo produtivo das construções;

c) O referido sistema construtivo com produção horizontalizada pode ser concebido e mesclado com outros materiais, como por exemplo: blocos cerâmicos, revelando adaptabilidade no uso de outros e novos materiais em função do projeto arquitetônico e seu contexto; e

d) A inovação identificada é a utilização de fôrmas ajustáveis em função das ideias projetuais e o EPS contribui para:

- A leveza dos painéis, facilitando o transporte/içamento até a estrutura de função;
- A redução de altos investimentos em grandes equipes de execução;
- A possibilidade de trabalhar com outros materiais e revestimentos em um mesmo projeto na confecção dos painéis; e
- A minimização das limitações estéticas em construções residenciais mínimas.

D) Aspectos quanto as conexões entre os painéis de vedação pré-fabricados mistos de concreto armado e núcleo em EPS

a) As conexões entre os painéis podem ser definidas em função da facilidade na execução e por questões estéticas, podendo o construtor investir em equipamentos

para se obter resultados estéticos agradáveis e menos rústicos, mesmo se tratando de um processo construtivo racionalizado;

b) As conexões também se adaptam em função dos esforços estruturais do projeto arquitetônico, ou seja, o profissional se envolve obrigatoriamente com os demais projetos complementares; e

c) O projetista pode propor um novo modelo de conexão e prol de fatores estéticos e com previsões de ampliação.

E) Quanto aos projetos complementares

a) Nenhuma das instalações prediais interferem no processo projetual, só requisitam precisão, quando houver. conexão de ramais entre painéis; e

b) De todas as instalações as que mais exigem atenção são as hidrossanitárias, pois além de possuírem maior teor de complexidade devem prever ampliações futuras.

F) Aspectos sobre as diretrizes do método de customização em massa na construção civil

a) O excesso de opções e variações do método de customização em massa podem tornar o processo confuso, mais conhecido como *mass confusion*, reduzindo a competição entre empresas que adotam esse sistema;

b) O método de customização em massa tem como missão, antes de ser empregado, identificar quais atributos e necessidades então diretamente relacionadas com as verdadeiras necessidades dos clientes, para assim selecionar o tipo e material que vão ser utilizados nas diretrizes de customização em massa;

c) É interessante o profissional aliar o método de customização em massa com consciência não só estética, mas ecológica e sustentável;

d) O conceito de customização em massa não se restringe a concepção de um projeto do zero, também deve promover as variações futuras (reformas e/ou ampliações). Em linhas gerais, não se limita na identidade inicial, compreende que o

espaço possa sofrer reconfigurações familiares, hábitos ou até mesmo a troca de moradores;

e) O projeto arquitetônico hipotético durante o seu processo de desenvolvimento e o conceito de customização em massa foi embasado em algumas diretrizes e planejamento, sendo eles:

- Adotou uma abordagem customizada com algumas possibilidades de conexão (junção entre painéis);
- Exigiu um planejamento do processo de customização (definição e aplicações);
- O planejamento do processo de produção dos painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS (produção e projeto dos painéis);
- A melhoria na gestão do projeto e suas respectivas etapas (maior relação com todas as etapas projetuais); e
- Reflexões quanto à otimização de processos obtidos nos softwares utilizados (*AutoCad* e *Sketchup*).

5.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Recomenda-se como pesquisas futuras a realização de outros experimentos e ensaios para avaliação do desempenho dos painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS e/ou o conceito de customização em massa na construção civil em estudo, como citados abaixo:

- Ensaio e possibilidades de fabricação de painéis que atendam arquitetura radial;
- Ensaio de possibilidades das fôrmas de fabricação em produção horizontalizada;
- Ensaio de conforto térmico com painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS;

- Empregar o conceito de customização em massa em contextos de provisão habitacional pública;
- Investigar materiais construtivos que possam melhorar e incrementar no acabamento das construções e proporcionem maiores possibilidades estéticas em um mesmo projeto;
- Pesquisar meios para integrar comunidades carentes cadastradas nas COHABs no processo de customização em massa;
- Avaliar o método de customização em massa com um sistema construtivo em um software que forneça mais informações (*Revit* Arquitetura);
- Avaliar a diferença entre três tipos de empresas classificadas em: (a)empresas de produção; (b) semi-customizadas e (c) customizadas;
- Avaliar a utilização de ecotelhado içado em construções de pequeno porte fabricadas com painéis pré-fabricados mistos de concreto armado com núcleo em EPS;
- Avaliar construções com painéis mistos de concreto armado com núcleo em EPS e comparar a viabilidade de projetos hidrossanitários convencionais com sistema flexível PEX;
- Avaliar o nível de satisfação de clientes moradores de empreendimentos habitacionais de alto e baixo padrão que aplicaram as estratégias de customização; e
- Investigar o conceito de customização em massa em aplicações futuras e os motivos que levam a essa tomada de decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. **O desafio da Sustentabilidade na Construção Civil.** In.: Construção e sustentabilidade – Um breve histórico. São Paulo: Editora Blucher, 2011. Capítulo 2, p. 29.

ALLEN, H. G., **Analysis and design of structural sandwich panels**, Pergamon Press, Oxford, 1969, 283 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Título: NBR 15575 Desempenho das Edificações.** 2015.

_____. Título: NBR 15873 Coordenação Modular. 2010.

BAYAZIT, Nigan. **Investigating design: a review of forty years of design research.** In.: Design Issues 1, 2004, p. 16-29. Disponível em https://www.ida.liu.se/~steho87/desres/bayazit.pdf Acesso em 21/08/2018. Acessado em: 29 de outubro de 2018.

BENI, M. **Política e planejamento sustentável.** São Paulo: Aleph, 2006.

BETAEQ. **Materiais compósitos: um dos maiores avanços.** Disponível em: https://betaeq.com.br/index.php/2017/05/19/materiais-compositos/. Acessado em: 10 de setembro de 2019.

BERTINI, A. A. **Estruturas tipo sanduíche com placas de argamassa projetada.** Tese (doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

BURGOS, R. **Construção civil adere ao uso do isopor.** Portal do arquiteto, 2006.

BRUNA, Paulo Junior Valentino. **Arquitetura, Industrialização e Desenvolvimento**. Ed. Perspectiva, SP. 1976.

COLLINS, F. T. **Precast concrete sandwich for tilt-up constructions.** Journal of the ACI, V. 26, nº 2, pág. 149 - 164, 1954.

CONTE, Antônio S. I. *Lean Construction* e a estabilização do processo produtivo na construção civil. Conteúdo disponibilizado no Fórum da Cosntrução. Goiânia-GO, 2009.

CROSS, N. A. history of design methodology. In.: M. J. de Vries et all (Eds), Design Methodology and reationships with science, Boston, EUA: Kluwer Academic Publishers, 1993, 15-27. Disponível em: 0https://monoskop.org/images/6/66/Cross_Nigel_1993_A_History_of_Design_Methodology.pdf Acesso em 21/08/2018.

DAVIS, Stan. Future Perfect. Reading: Addison-Wesley, 1987. p. (243-245).

DE MORAES, Dijon de. Metaprojeto: o design do design. São Paulo: Blücher, 2010.

DESERTI, A. Intorno al progetto: concretizzare l'innovazione. In: CELASCHI, F.; DESERTI, A. Design e innovazione: strumenti e pratiche per la ricerca applicata. Roma: Carocci Editore, 2007. p. 57-121.

EL DEBS, K. M. Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, 2000.

FERREIRA, M.A. A importância dos sistemas flexibilizados.pg. 08. 2003.

FONSÊCA, Fernando Jufat Cavalcanti da. Projeto de Painéis Sanduíche de Concreto Pré-Moldado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

FORMOSO, Carlos Torres. *Lean Construction:* Princípios Básicos e Exemplos. Construção Mercado: Custos, Suprimentos, Planejamento e Controle de Obra. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – NORIE/UFRS. V. 15, p. (50-58, 2002).

FUÃO, Fernando Freitas. Arquitetura e criatividade. (artigo científico) Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

GHINATO, P. **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Edit. da UFPE, Recife, 2000. Disponível em: http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAT-QAD/sistema-toyota-produção. Acessado em: 12 de outubro de 2018.

GURUSWAMY, R. **An Integrative Framework for Supporting Mass Customization.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial. Arizona, State University, Tempe, 2004.

HALL, C. M. **Planejamento: políticas, processos e relacionamentos.** São Paulo: Contexto, 2001.

HONDA, Wilson Saburo. **Certificação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Corporativos no Brasil.** 2016. 144 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. p. 20.

HOUAISS, Antônio. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa.** Rio de. Janeiro, Ed. Objetiva, 2001.

JETCASA. **Tecnologia.** Disponível em: https://www.jetcasa.com.br/. Acessado em: 13 de outubro de 2018.

JOACHIM, S.; HANNEMANN. C. **Os kombinate e a construção pré-fabricada de moradias na Alemanha Oriental**. Tradução de Yvone Mautner e Cíntia Alves. Revista Pós, v. 21, São Paulo, 2014.

JONAS, W. **System thinking in industrial design: Proceedings of System dynamics.** July 22-26. Cambridge, Massachusets, 1996.

LAWRENCE, Tyson T. **Chassis+Infill: a consumer-driven, open source building approach for adaptable, mass customized housing.** 2003. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - *Massachusetts Institute of Technology*, Cambridge, 2003.

LAWSON, Bryan. Mapeamento do processo de projeto e os componentes dos problemas de projeto. In.: LAWSON, Bryan. **Como arquitetos e *designers* pensam.** Trad. Maria Beatriz Medina. São Paulo: Oficina de Textos, 2011, (p. 40-67).

MAIA, A. C.; SOUZA, U. E. L. **Método para conceber o arranjo físico dos elementos do canteiro de obras de edifícios: fase criativa.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. BT/PCC/338. 2003. p. (20).

MAHFUZ, Edson da Cunha. Reflexões sobre a construção da forma pertinente. In.: MARQUES, S.; LARA, F. (Orgs.). **Projetar: desafios e conquistas da pesquisa e do ensino de projeto.** Rio de Janeiro: EVC, 2003, p. (64-80).

MARKUS, T. El Dimensionado y la Valoración del Processo de Ejecución de um Edifício como Método de Diseño. _In: BROADBENT, G. (Org). **Metodologia del diseño arquitectónico**. Barcelona: Gustavo Gili, 1971. P. 235 – 256.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios.** 2001. 235 p. Tese (Livre-docência) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, SP.

MORAES, Ana Beatriz G. M., ET AL. **Fatores críticos da gestão do processo de projetos na engenharia simultânea: um estudo de caso em obra de infraestrutura urbana.** VIII Congresso Nacional de Excelência em Gestão: IBMEC, 2012.

MUNARI, Bruno. **Das Coisas Nascem as Coisas**. Tradução: José Manuel de Vasconcelos. São Paulo: Martim Fontes, 1998.

NABONI, Roberto; e PAOLETTI, Ingrid. ***Advanced Customization in Architectural Design & Construction.*** Politecnico di Milano, Editora: Springer; Edição 2015.

NORMA REGULAMENTADORA – NR. **Título: NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção Civil.** 2015.

PATRÃO, Diana Santos. **O desenhar de um método: evolução e progresso no modo de projectar.** Dissertação (mestrado). Portugal, 2013.

PIAZZALUNGA, Renata. **A virtualização da arquitetura**. Campinas, SP: Papirus, 2005.

PILLER, F. What is Mass Customization? A focused view on the term. Mass Customization News, Munique, DE, v. 6, n. 1, 16 p., maio 2003. Disponível em: <http://www.mass-customization.de/news/news03_01.pdf> Acessado em: 03 de outubro de 2018.

PILLER, Frank T,; TSENG, Mitchekk M. **Handbook of reserarch in mass customization and personalization.** Word Scientific, 2009.
PINI, **Lelé apresenta mais detalhes dos projetos para o Minha Casa, Minha Vida.** Disponível em: http://piniweb17.pini.com.br/construcao/arquitetura/lele-projeta-duaspropostas-para-o-minha-casa-minha-vida-220098-1.aspx. Acessado em: 10 de novembro de 2018.

PITT, James; HEINEMEYER, Catherine. **Introducing Ideas of a Circular Economy.** In: Stables K., Keirl S. (eds) Environmente, Ethics and Cultures. International Technology Education Studies, vol 5. SensePublishers, Rotterdam, 2015.

PORTER, Michael. **Competitive Strategy: techniques for analyzing industries and competitors.** New York: Free Press, 1980. p. (398-397).

PRÉ-FABRICADOS. **Painéis Pré-fabricados**. Disponível em: http://www.prefabricadosdeconcreto.com/p/casas.html. Acessado em: outubro de 2018.

RAPPOPORT, A. **Theory, Culture and Housing.** Journal Housing, Theory and Society, Londres, v. 17, n. 4. 2000. p. 145-165.

ROCHA, Francisco; HEINECK, Luiz F.; RODRIGUES, Izabel T. de; PEREIRA, Pedro E. **Logística e Lógica na Construção *Lean*: Um Processo de Gestão Transparente na Construção de Edifícios.** Fortaleza: Fibra Construções LTDA, 2004.

ROSENBLUM, Anna et al. **Avaliação da Mentalidade Enxuta (Lean Thinking) na construção civil – Uma visão estratégica de implantação.** SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. 2007. Disponível em:< http://www.aedb.br/seget/artigos07/1341_Vanessa_Ana.pdf>. Acessado em: 13 de outubro de 2018.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos - formulação e aplicação de uma metodologia.** São Paulo, 1989. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SERRA, S.M.B.; FERREIRA, M. de A.; e PIGOZZO. B. N. **Evolução dos Pré-fabricados de Concreto.** Disponível em: http://www.set.eesc.usp.br/1enpppcpm/cd/conteudo/trab_pdf/14.pdf. Acessado em 13 de novembro de 2018.

SINCLAIR, John (Ed.). **Collins COBUILD: advanced learner's english dictionary.** 5. Ed. Glasgow: Harpercollins, 2006. p. (1712).

SLACK, Nigel. **The Flexibility of Manufacturing Systems.** International Journal of Operations and Production Management. Bradfort, v. 7, nº 4, 1987. p. (35-40).

SZWARCFITER C.; DALCOL, O. **Economias de Escala e de Escopo: desmistificando alguns aspectos da transição.** Revista Produção, Belo Horizonte, V.7, n.2. 1997 p. 117-129.

TILT-UP CONSTRUCTION ASSOCIATION. **Technical Documents and Guidelines.** Disponível em:< http://www.tilt-up.org/>. Acessado em: 10 de setembro de 2019.

TILT-UPTODAY. **World's Tallest Tilt-up Panel Erected Near Miami, Florida.** TiltUp Today – A publication of the Tilt-Up Concrete Association. Mount Vernon, EUA.Jan. 2016. Disponível em: http://tilt-up.org/tilt-uptoday/2016/01/28/worlds-tallest-tilt-up-panel-erected-near-miami-florida/ . Acessado em: 10 de setembro de 2019.

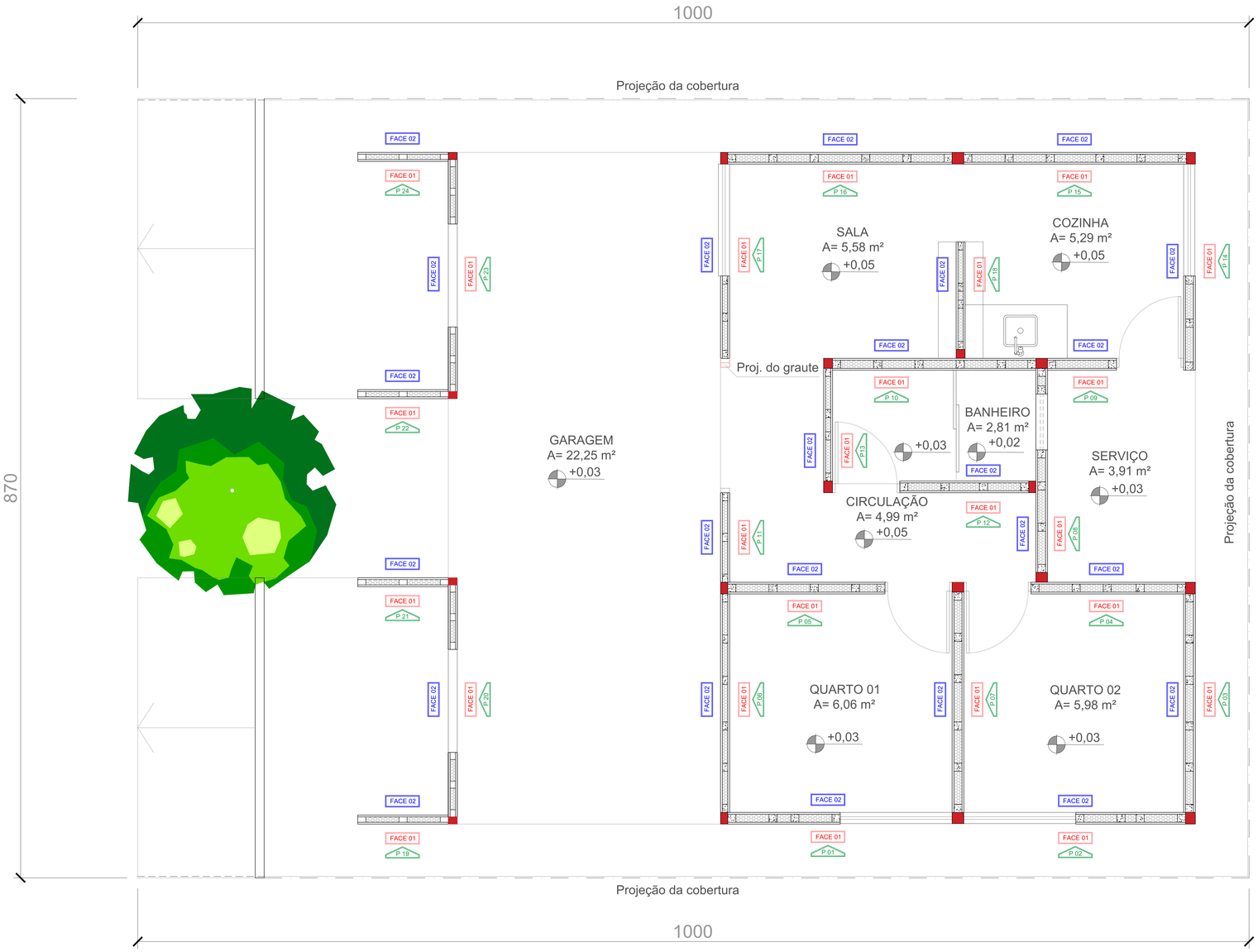
TRAMONTANO, Marcelo; e BENEVENTE, Varlete. [Re] Programas: os dados das pesquisas Nomads sobre comportamentos & espaços de morar. In: **Seminário Nacional sobre Ensino e Pesquisa em Projetos de Arquitetura** (PROJETAR), 1., 2003, Natal. Anais... Natal: UFRN, 2003.

VALE, Mauricio Soares do. **Diretrizes para racionalização e atualização das edificações: Segundo o conceito da qualidade e sobre a ótica do Retrofit.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

APÊNDICE A

POSSIBILIDADE ESTÉTICA





1 PLANTA BAIXA - CONEXÕES POR CISALHAMENTO TIPO PLANA

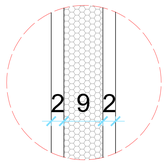
ESCALA GRÁFICA

N

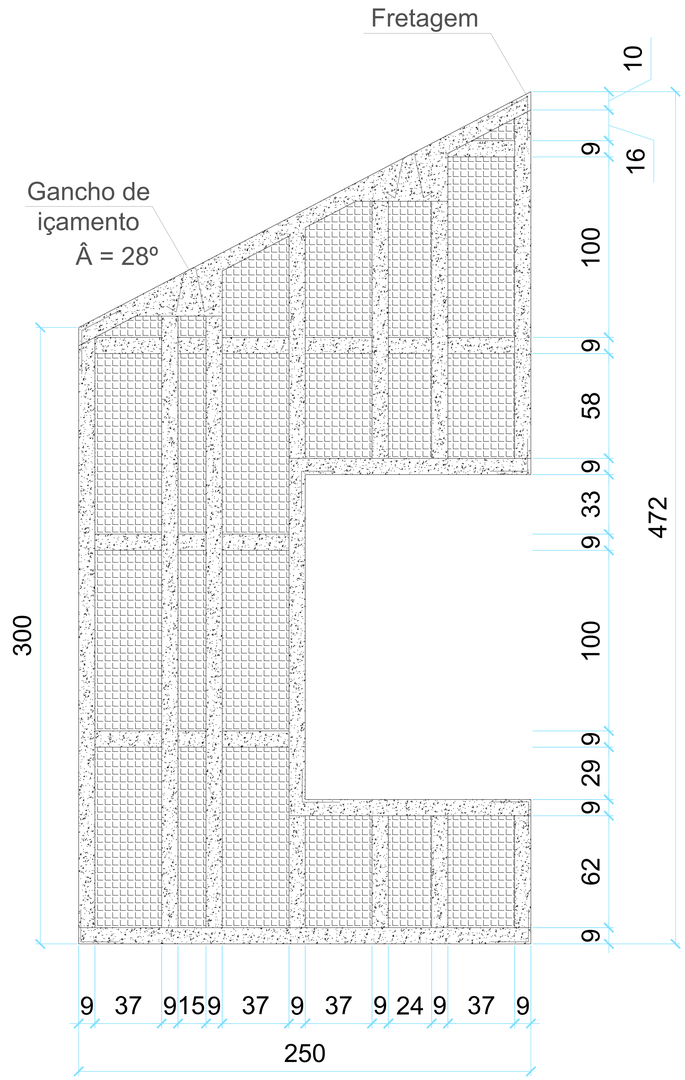
0 0,50 1,00 2,00

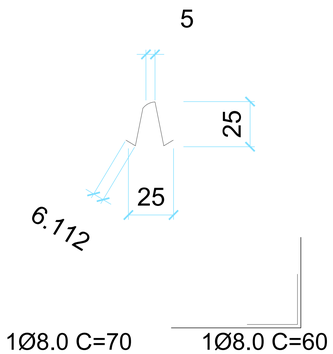
FACE 01

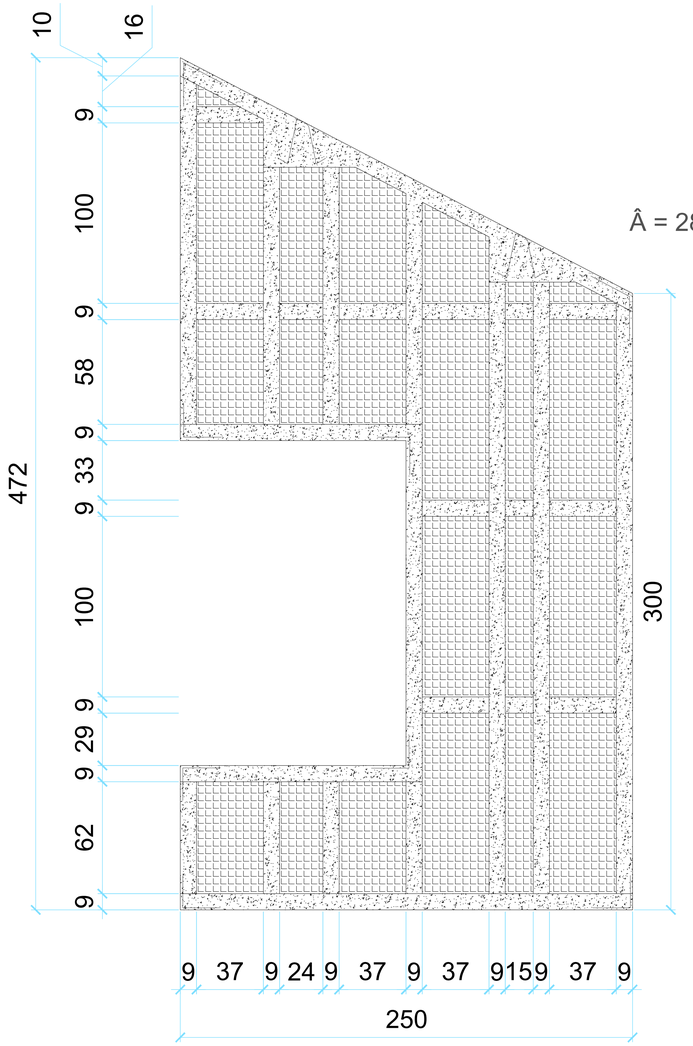
P 01



Espessura do
Painel 01

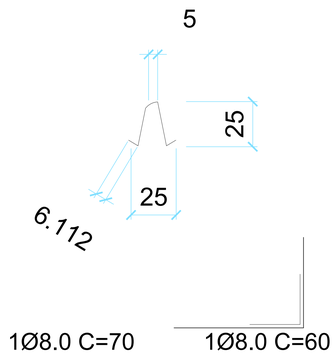


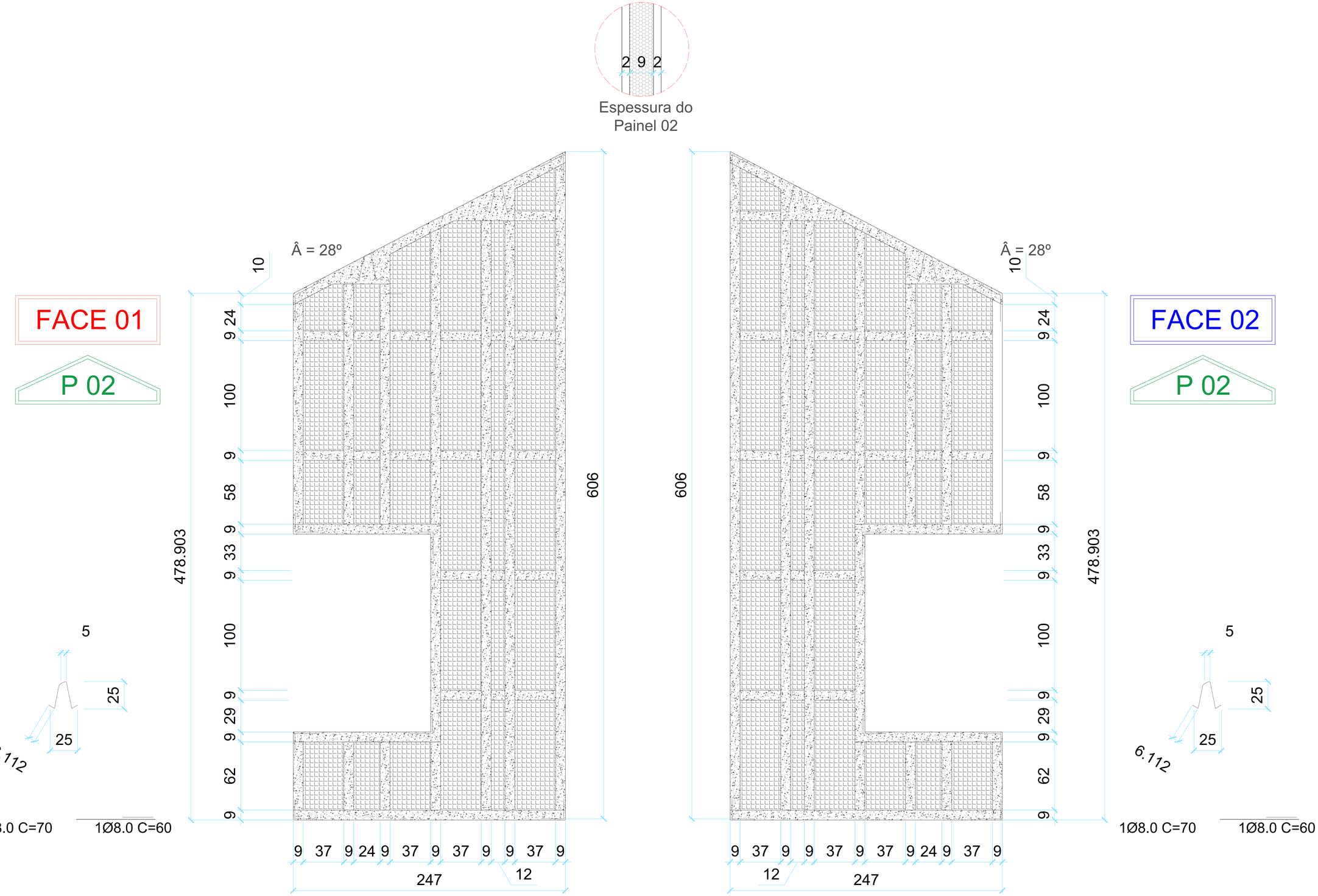


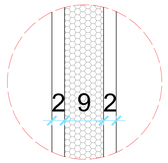


FACE 02

P 01



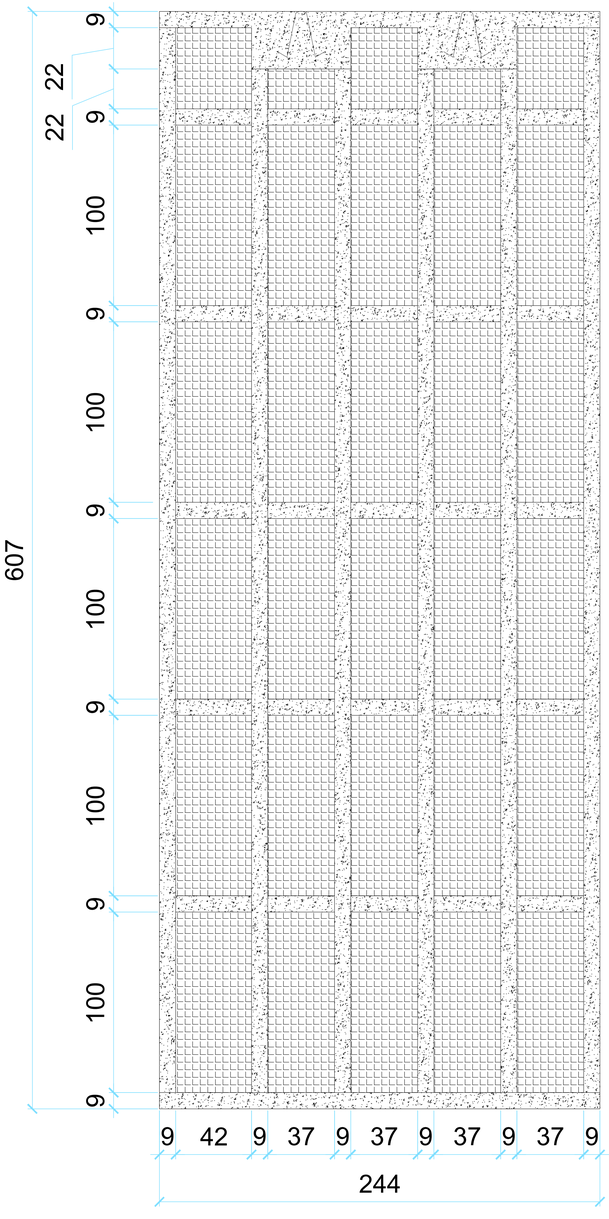

2 9 2
Espessura do
Painel 02
FACE 01
P 02
FACE 02
P 02
Â = 28º
Â = 28º
10
10
9 24
100
9
58
9
9 33
9
100
9
9 29
9
62
9
478.903
606
606
5
25
25
6.112
1Ø8.0 C=70
1Ø8.0 C=60
9 37 9 24 9 37 9 37 9 9 37 9
247
12
9 37 9 9 37 9 37 9 24 9 37 9
12
247

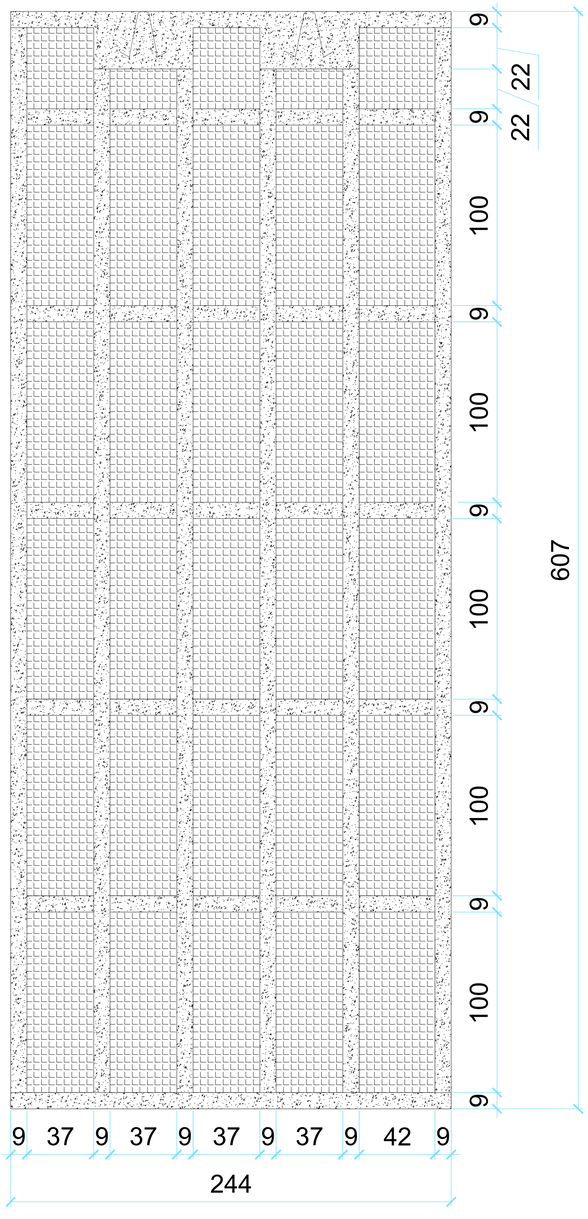


Espessura do
Painel 03

FACE 01

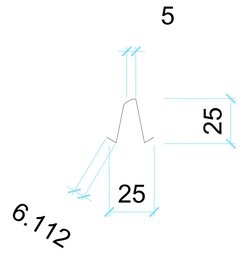
P 03





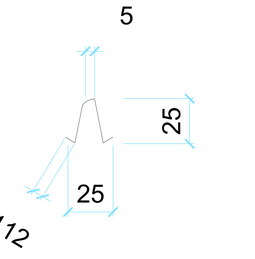
FACE 02

P 03



1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60

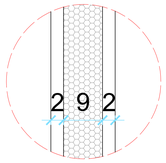


1Ø8.0 C=70

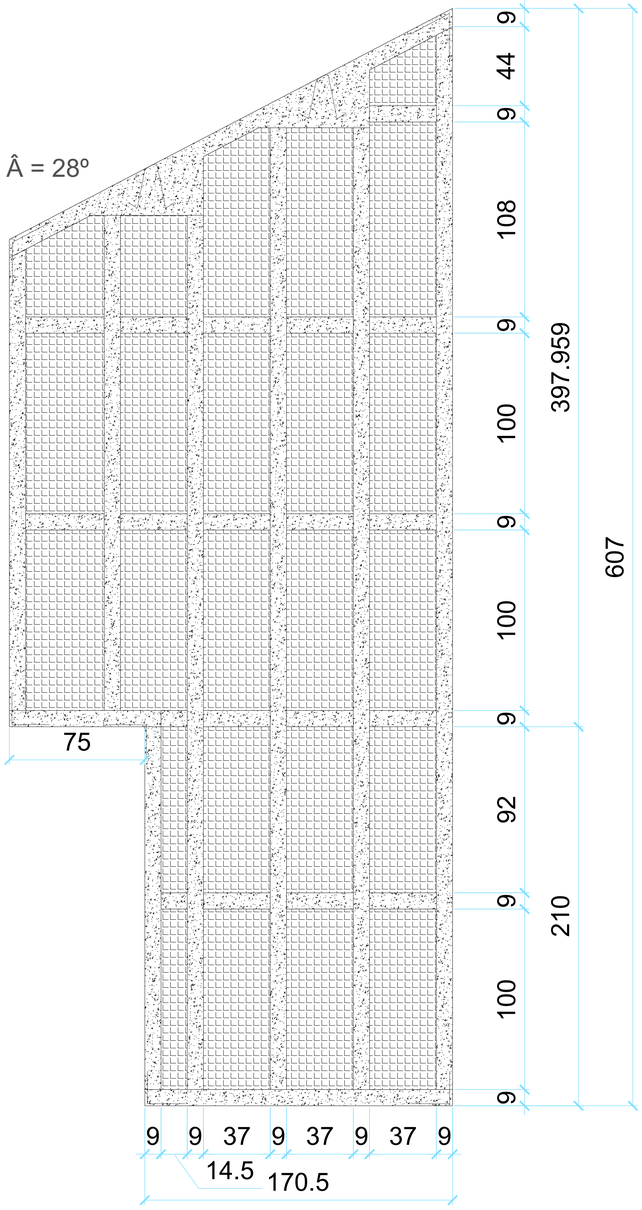
1Ø8.0 C=60

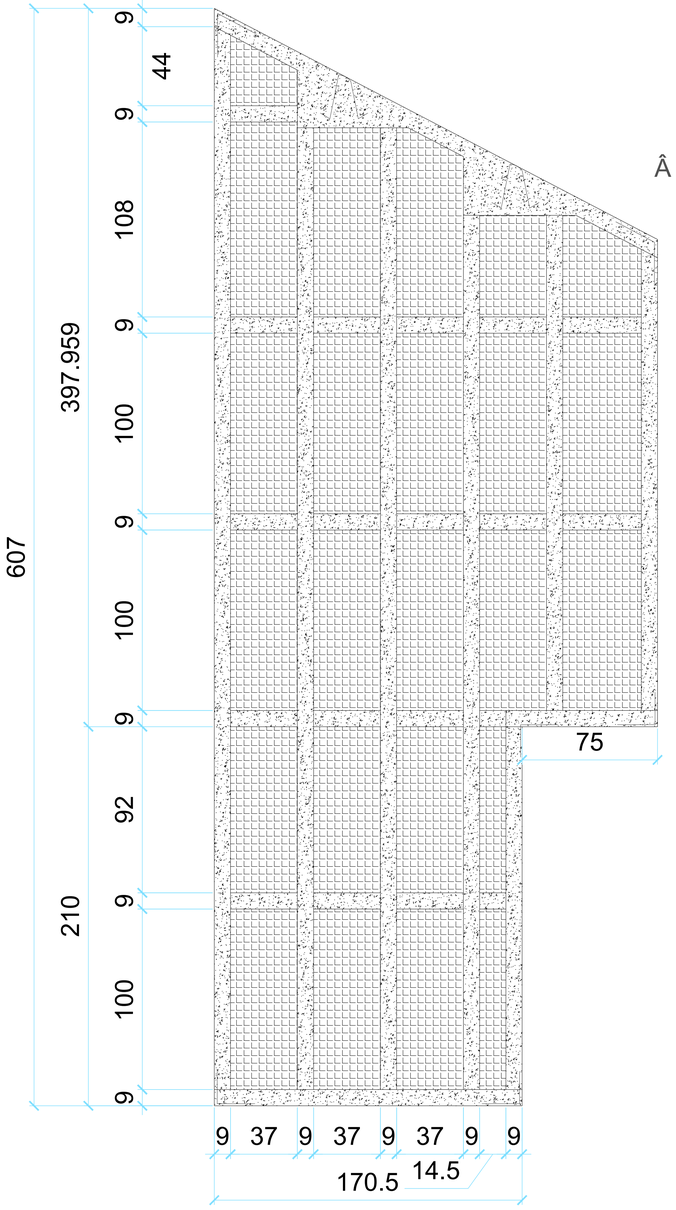
FACE 01

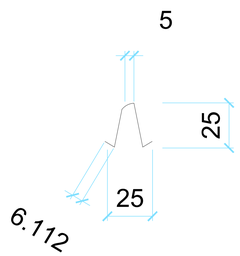
P 04



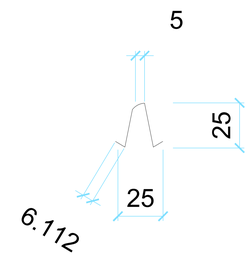
Espessura do
Painel 04







1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60



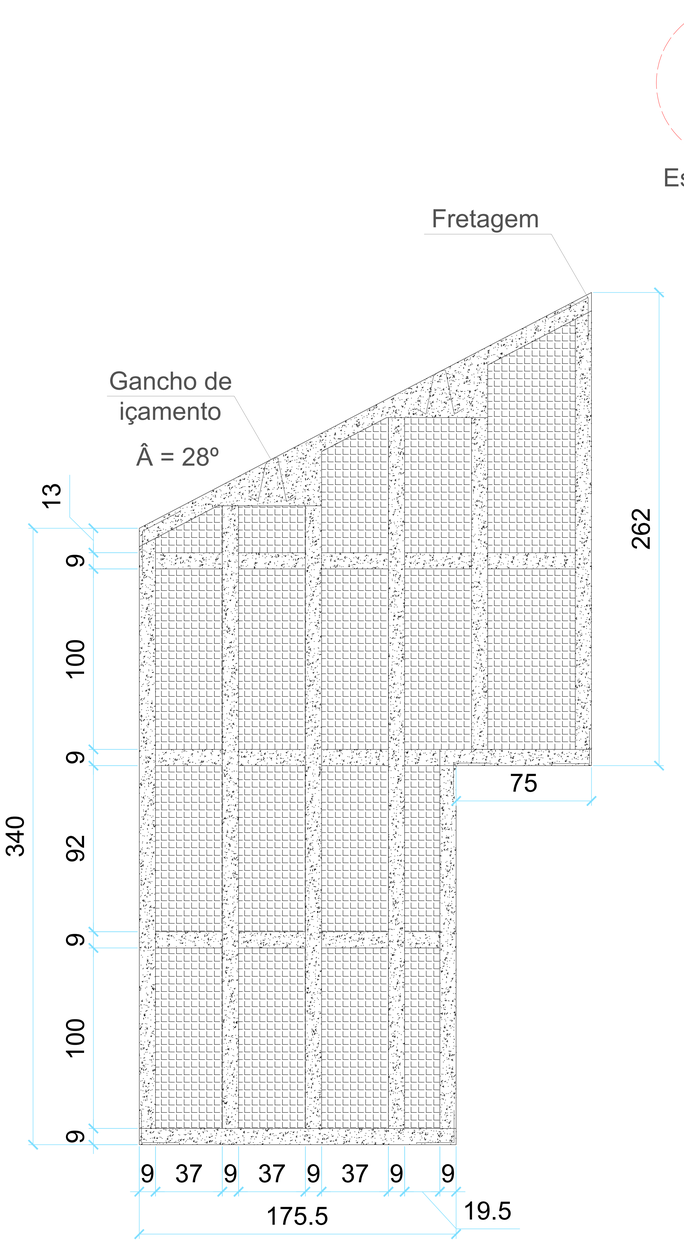
1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

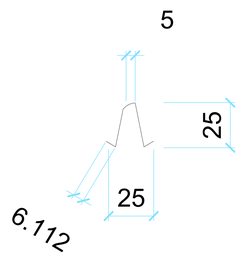
FACE 02

P 04

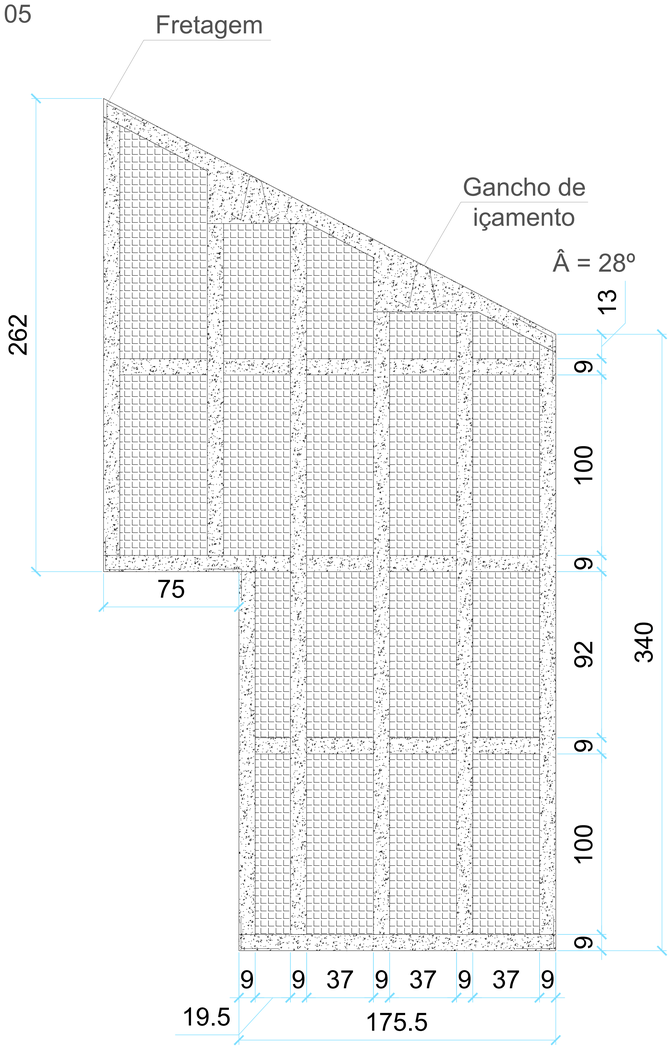
FACE 01

P 05



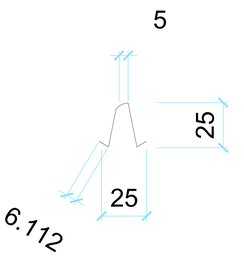


1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60



FACE 02

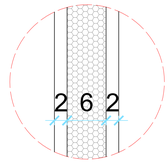
P 05



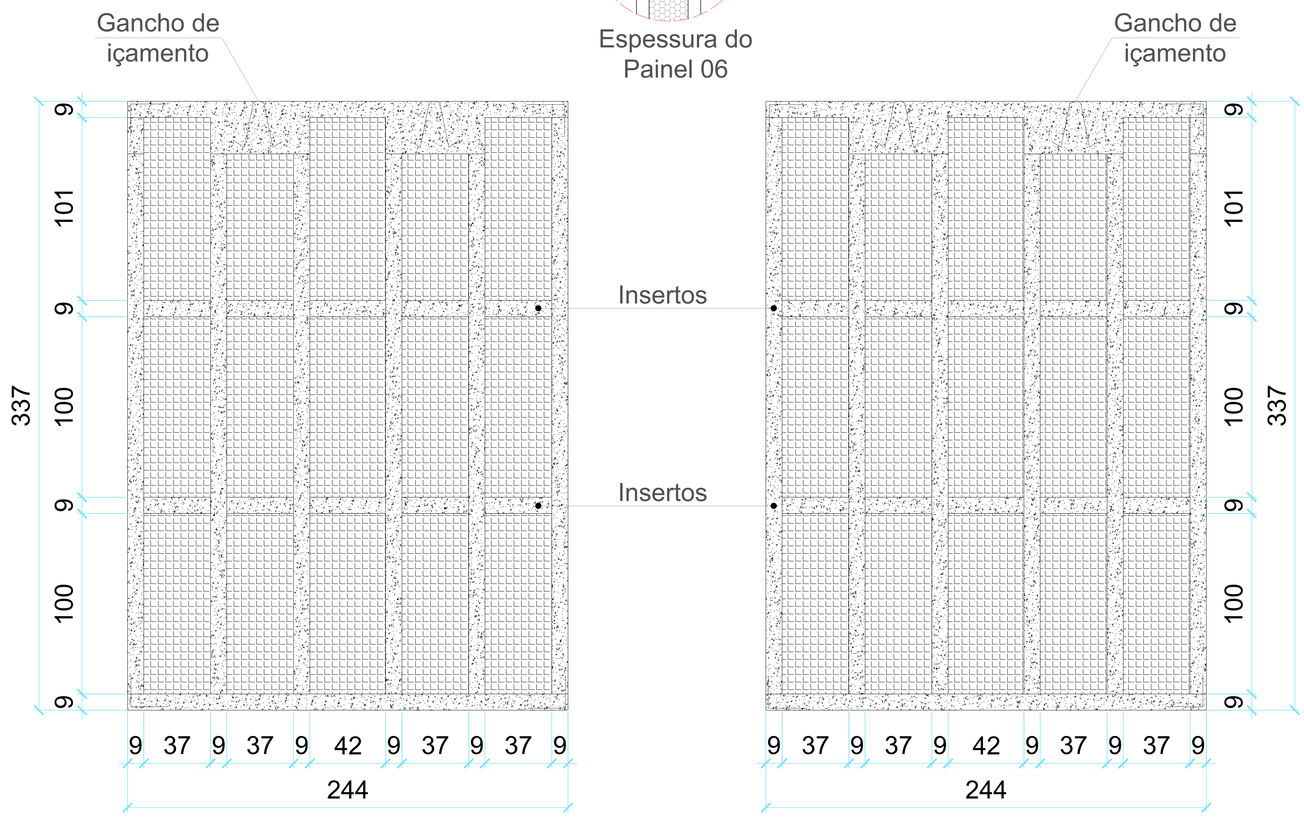
1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

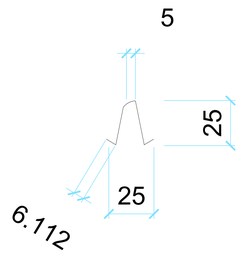
FACE 01

P 06



Espessura do Painel 06

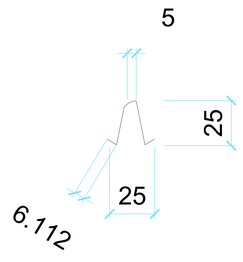




1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

FACE 02

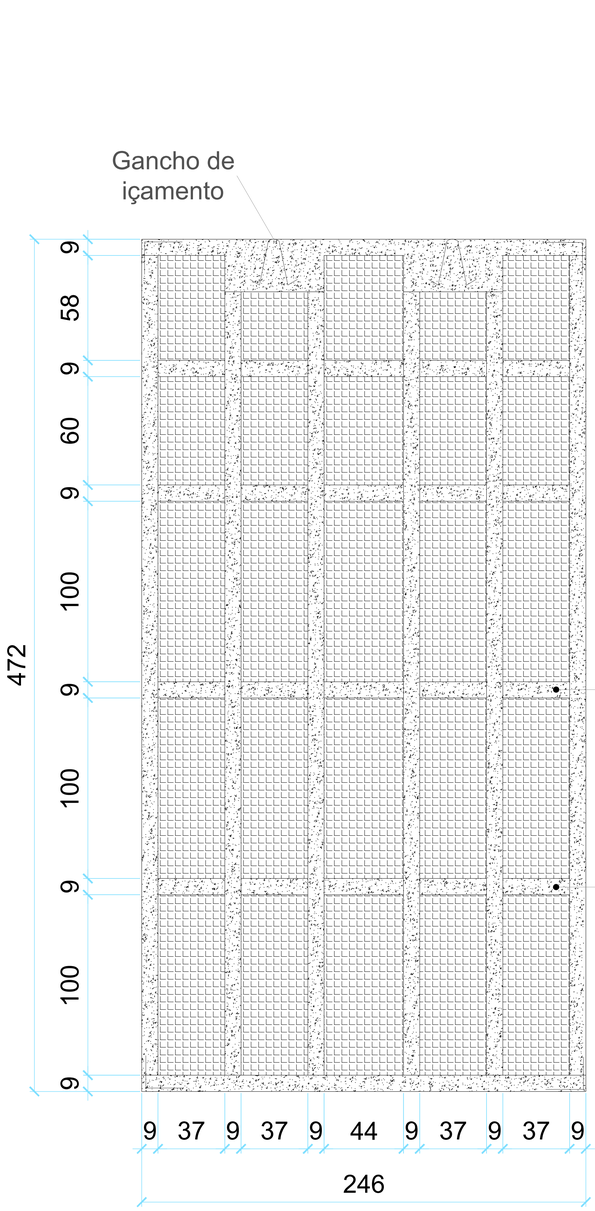
P 06

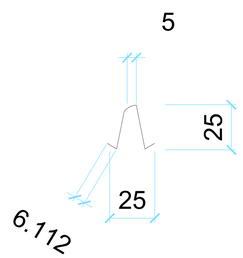


1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

FACE 01

P 07

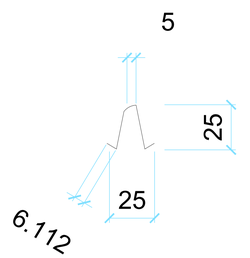




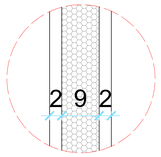
1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

FACE 02

P 07



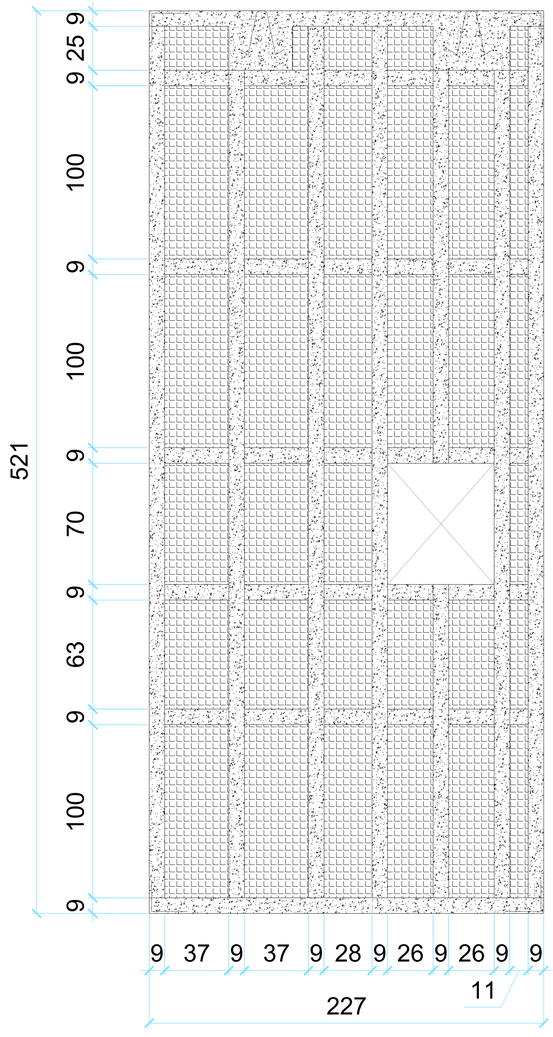
1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

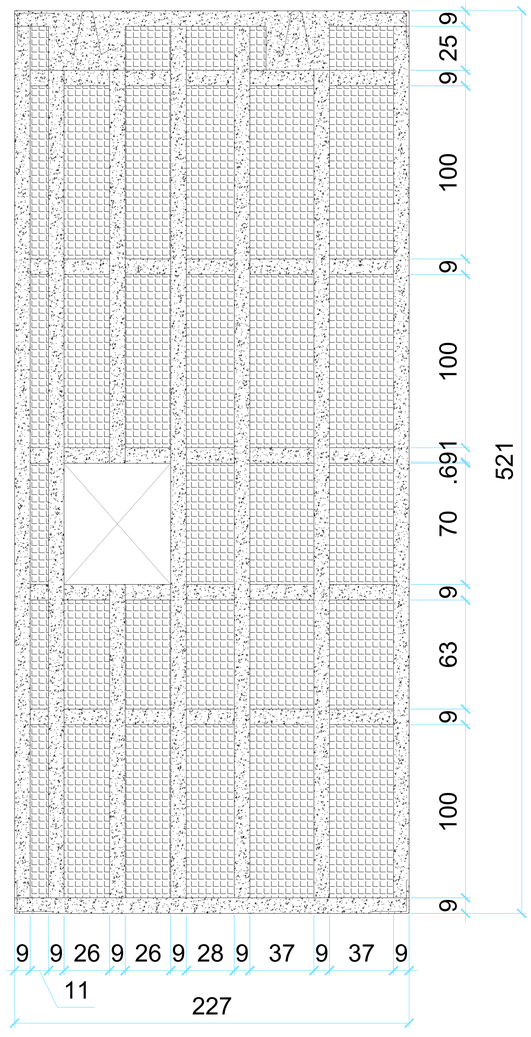


Espessura do
Painel 08

FACE 01

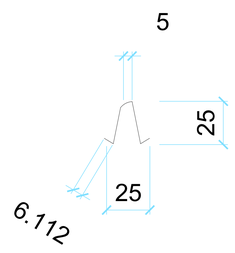
P 08



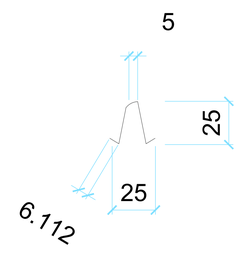


FACE 02

P 08



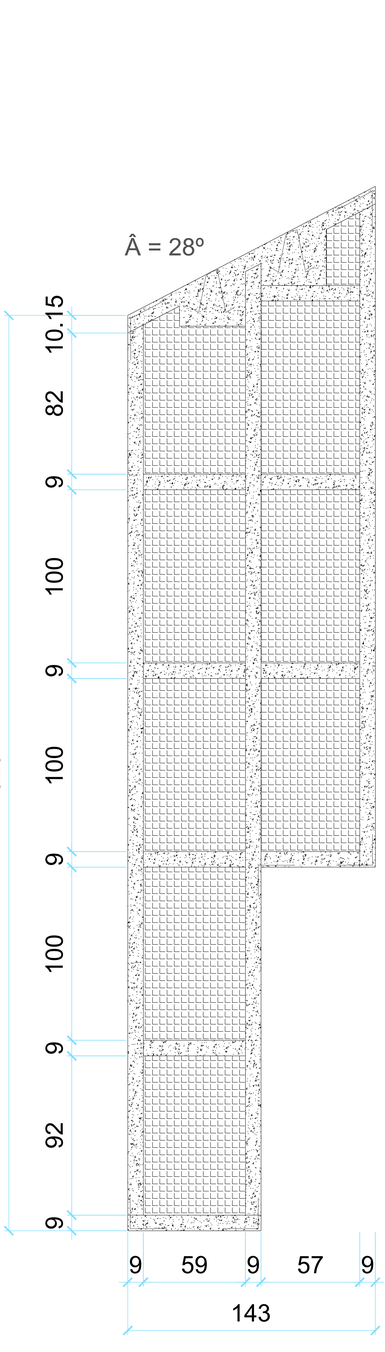
1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

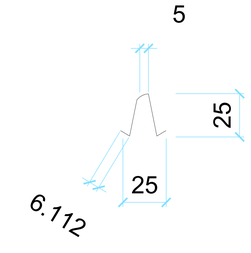


1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

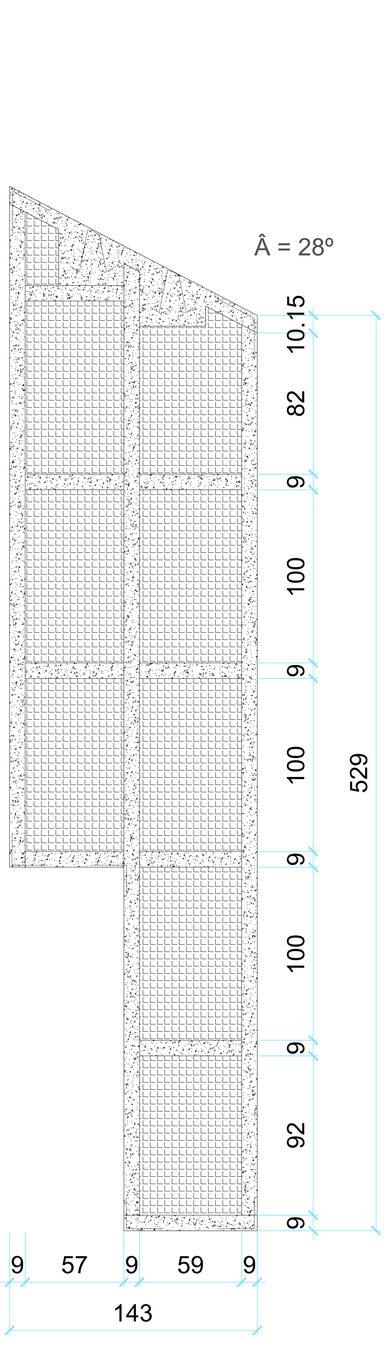
FACE 01

P 09



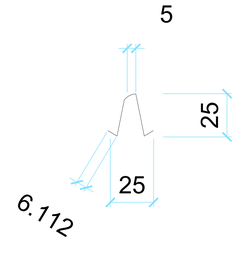


1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

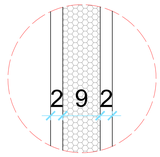


FACE 02

P 09



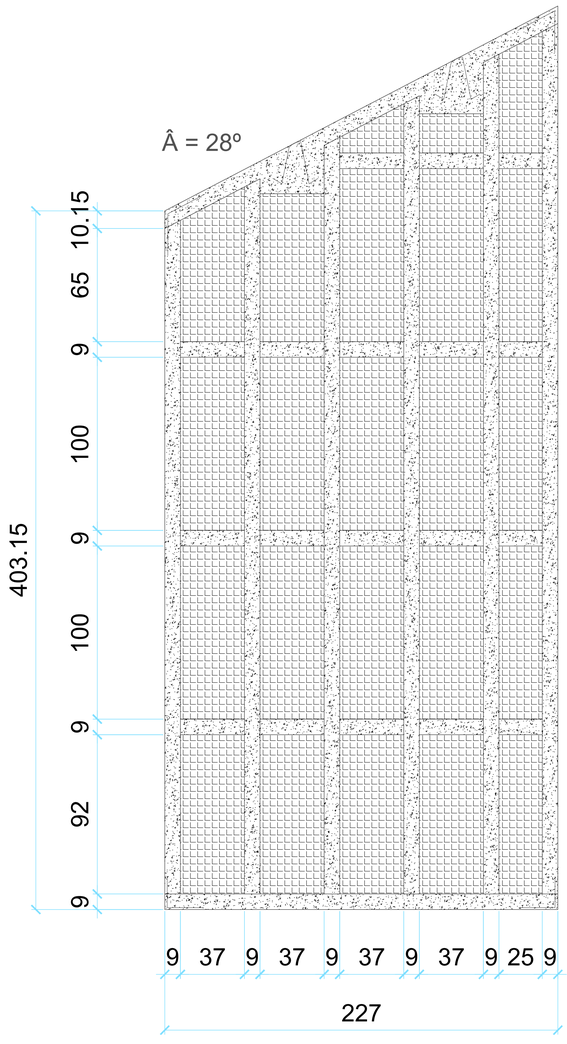
1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

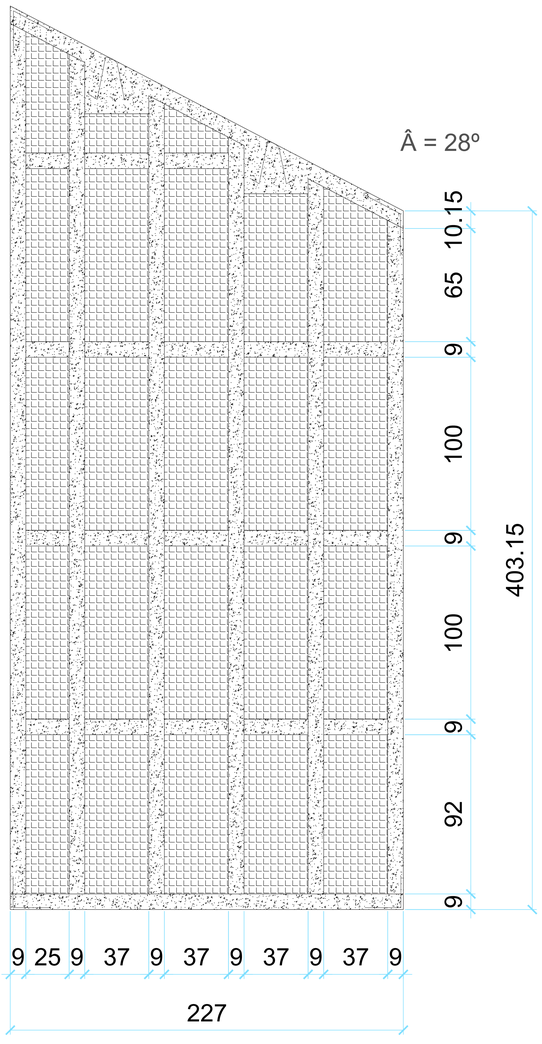


Espessura do
Painel 10

FACE 01

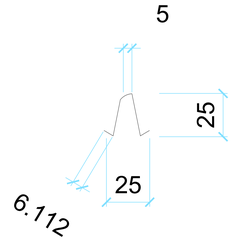
P 10



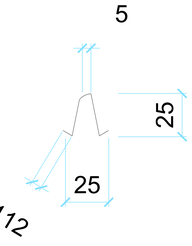


FACE 02

P 10



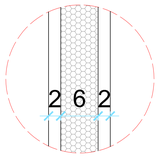
1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60



1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

FACE 01

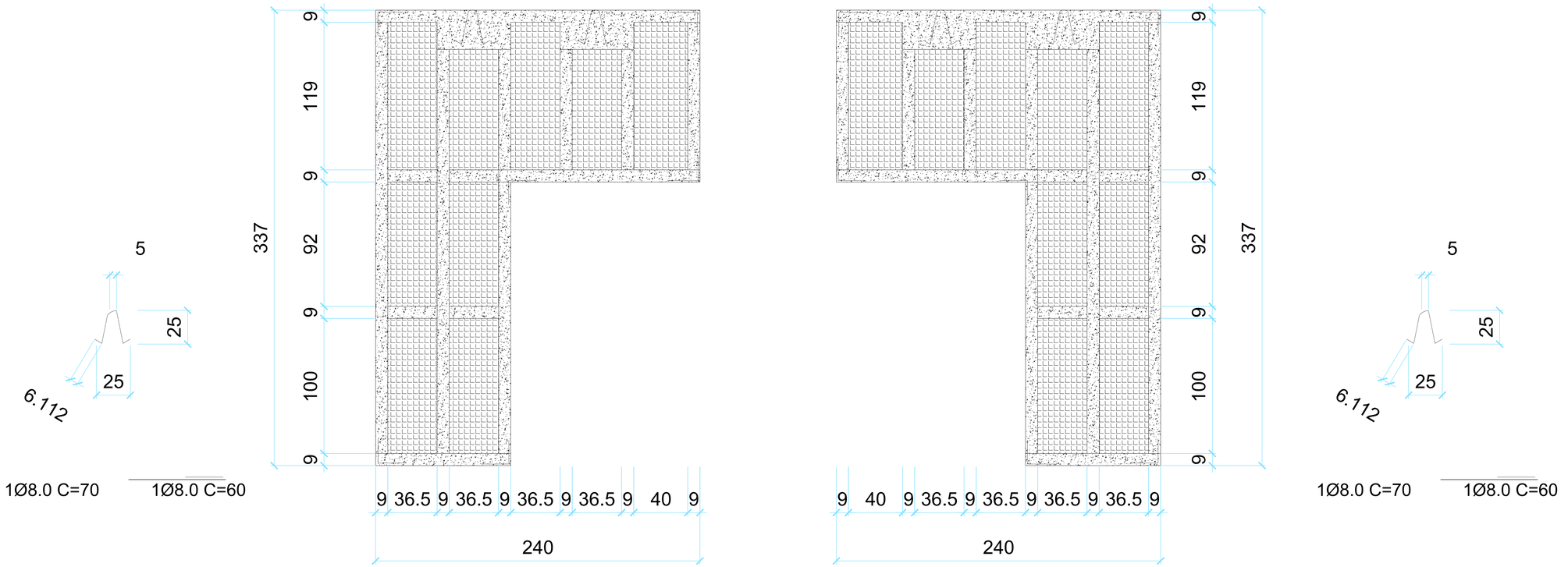
P 11

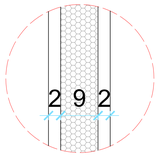


Espessura do
Painel 11

FACE 02

P 11

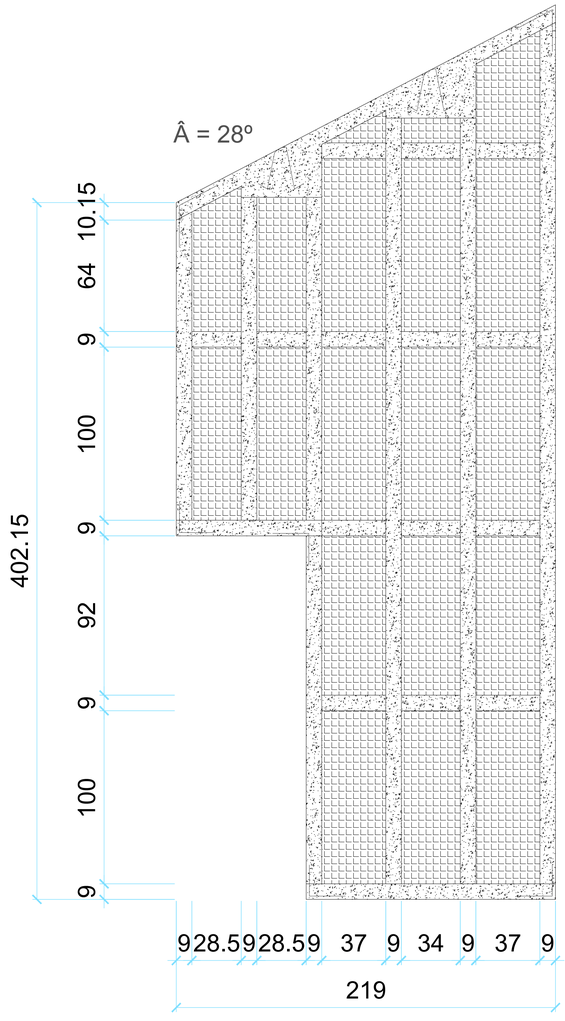


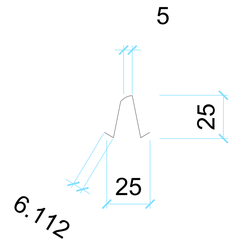


Espessura do
Painel 12

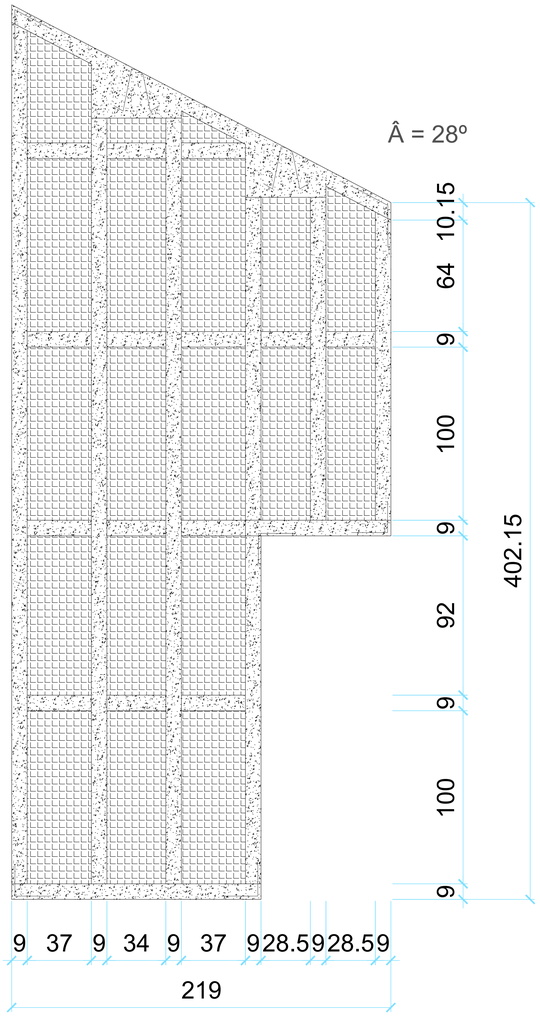
FACE 01

P 12



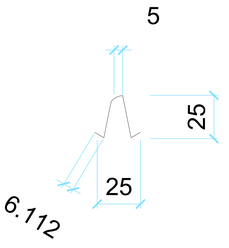


1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60



FACE 02

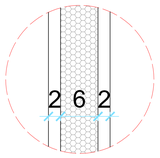
P 12



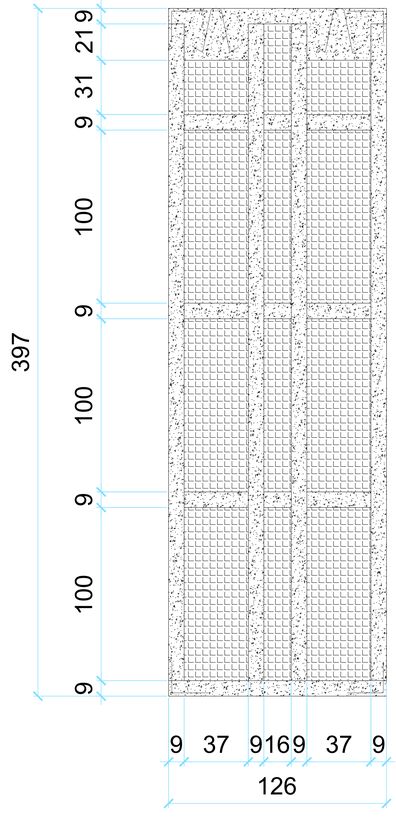
1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

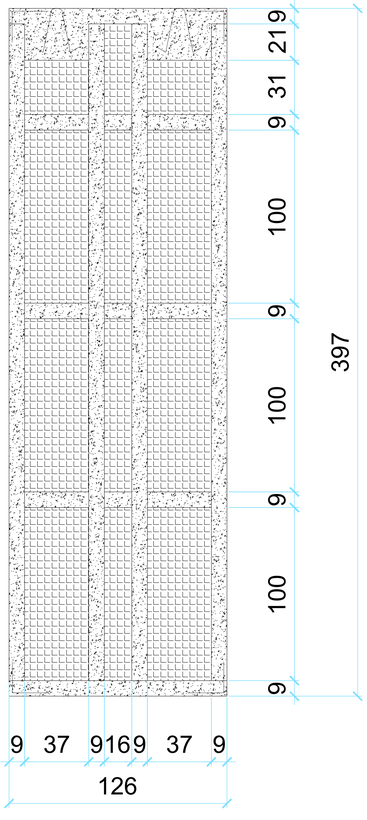
FACE 01

P 13



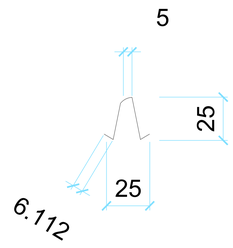
Espessura do
Painel 13





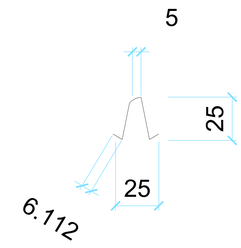
FACE 02

P 13



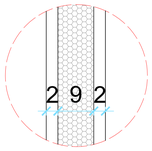
1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60



1Ø8.0 C=70

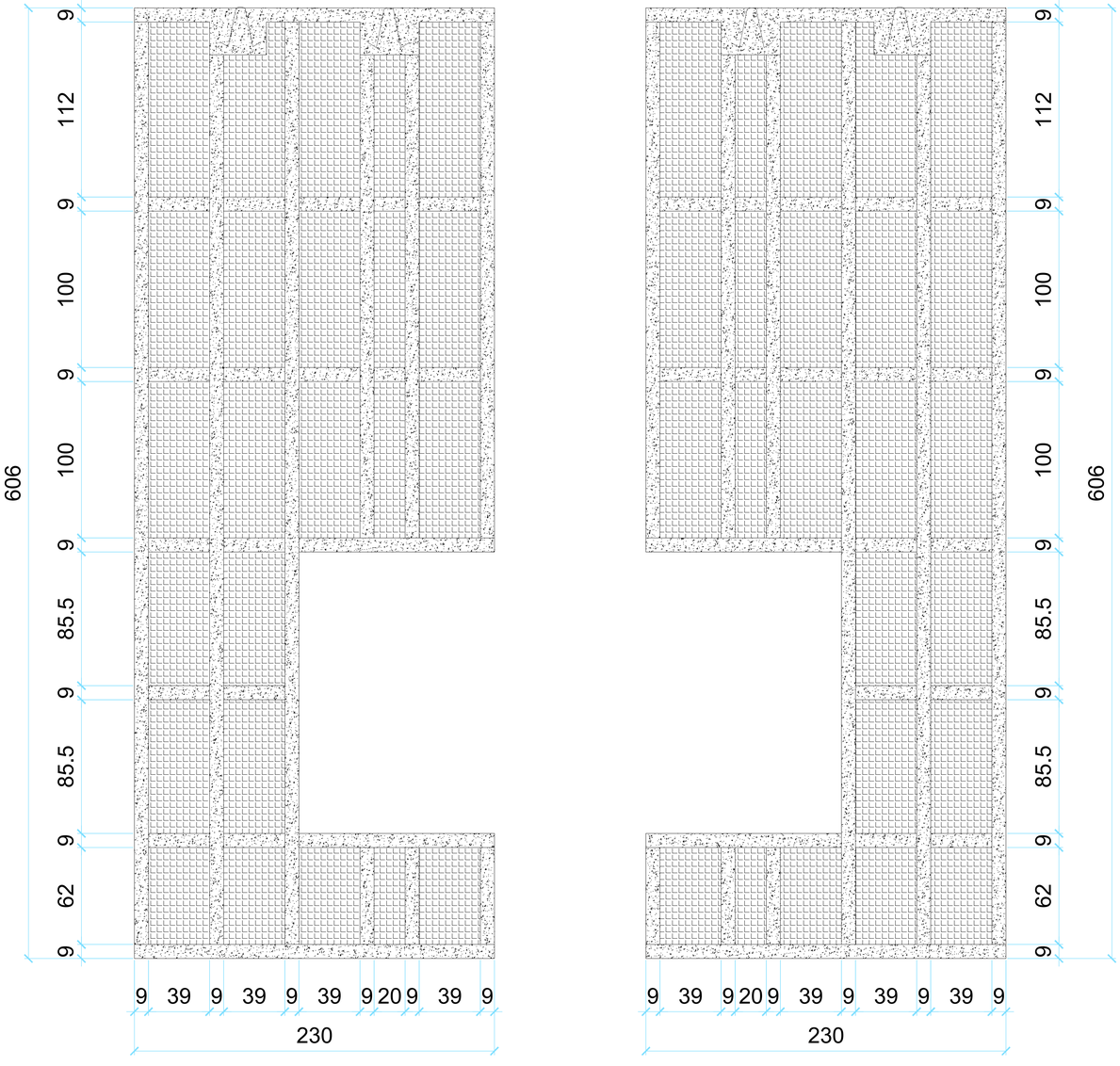
1Ø8.0 C=60



Espessura do
Painel 14

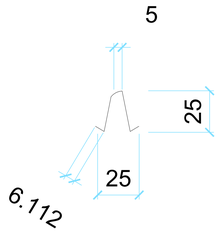
FACE 01

P 14

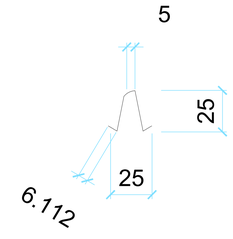


FACE 02

P 14



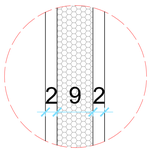
1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60



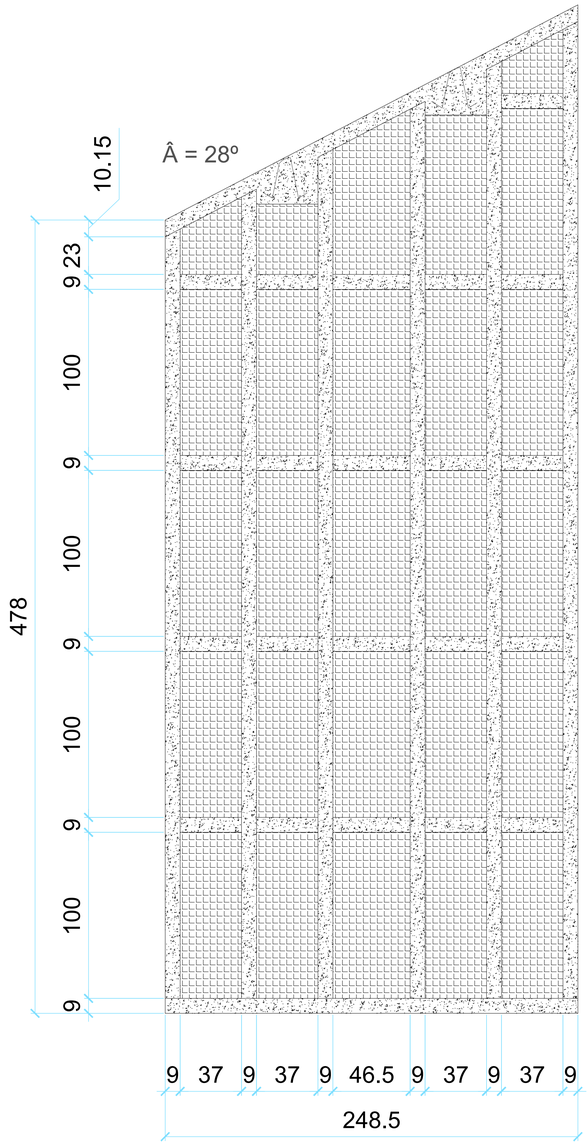
1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

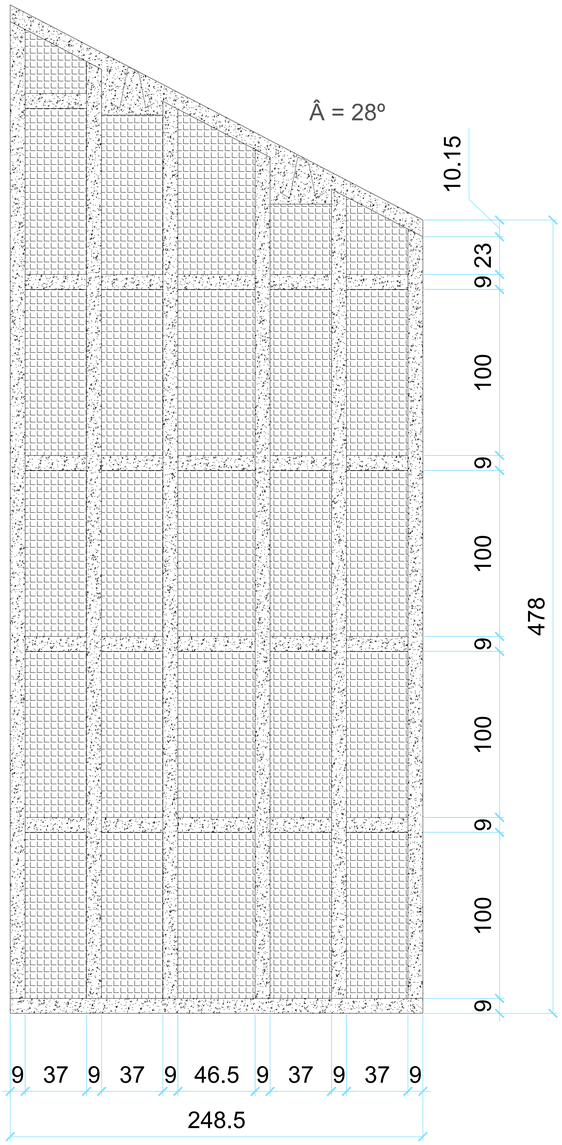
FACE 01

P 15



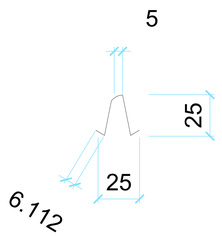
Espessura do
Painel 15



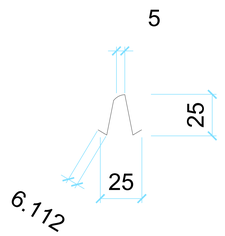


FACE 02

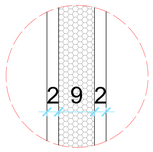
P 15



1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60



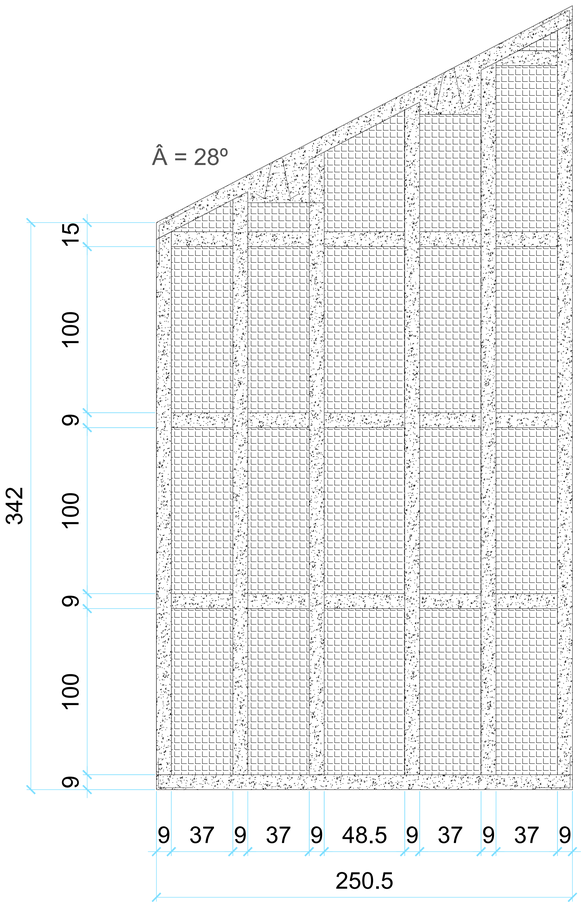
1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

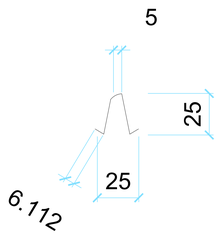


Espessura do
Painel 16

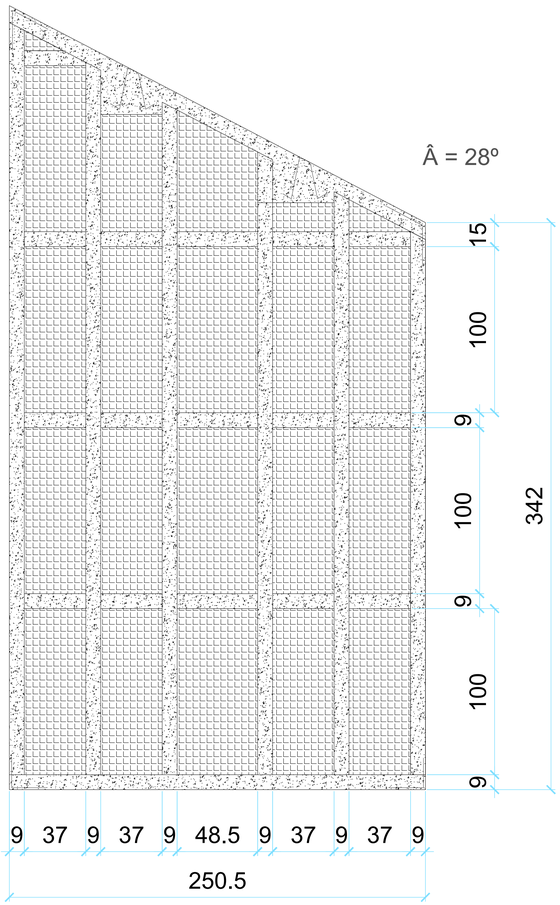
FACE 01

P 16



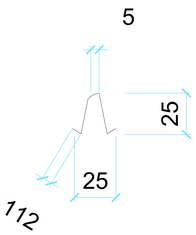


1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60



FACE 02

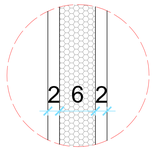
P 16



1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

FACE 01

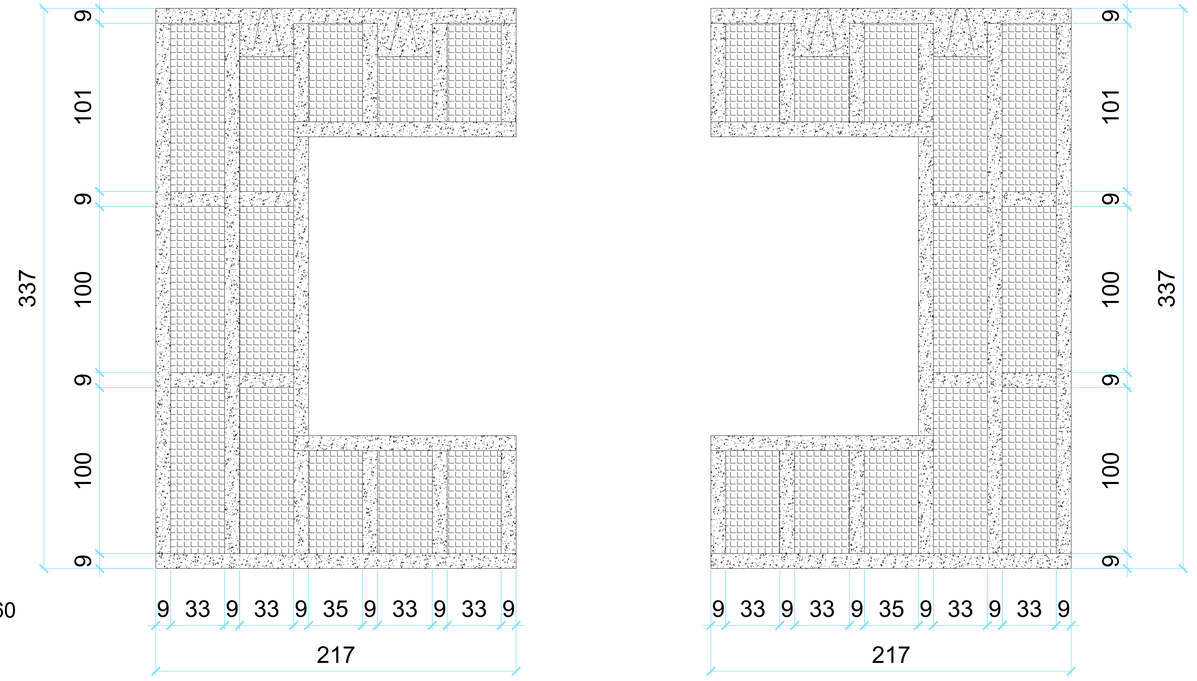
P 17

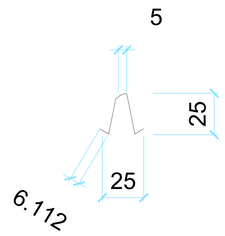


Espessura do
Painel 17

FACE 02

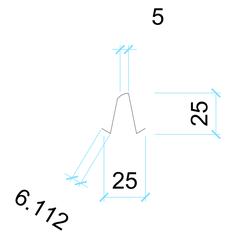
P 17





1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60



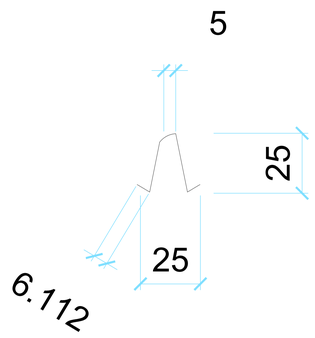
1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60

FACE 01

P 18

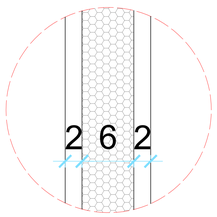
5

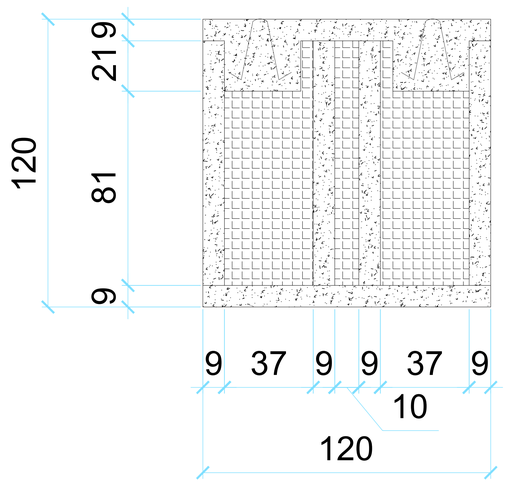


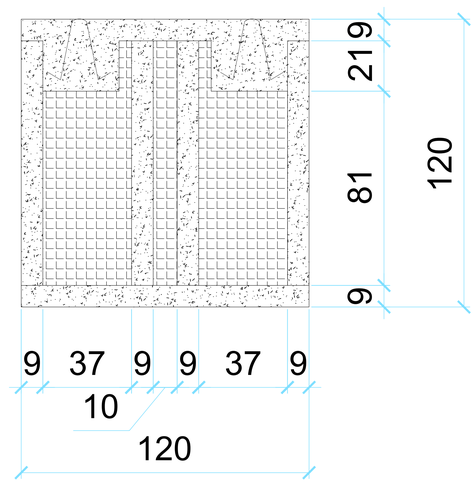
1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60

Espessura do Painel 18



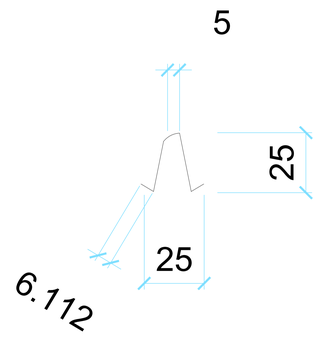




FACE 02

P 18

5

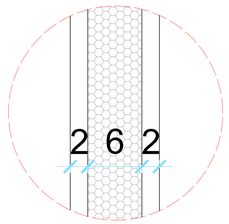


1Ø8.0 C=70

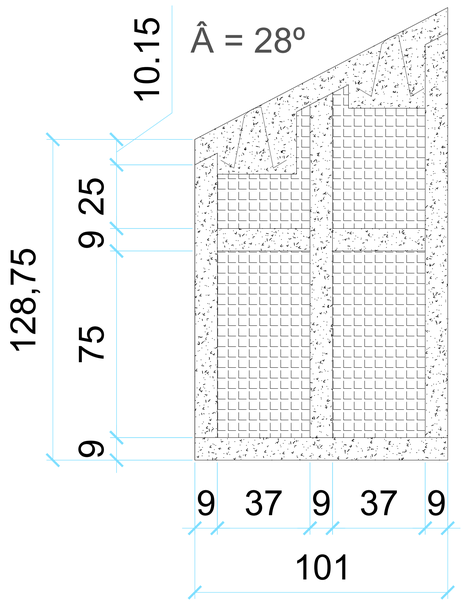
1Ø8.0 C=60

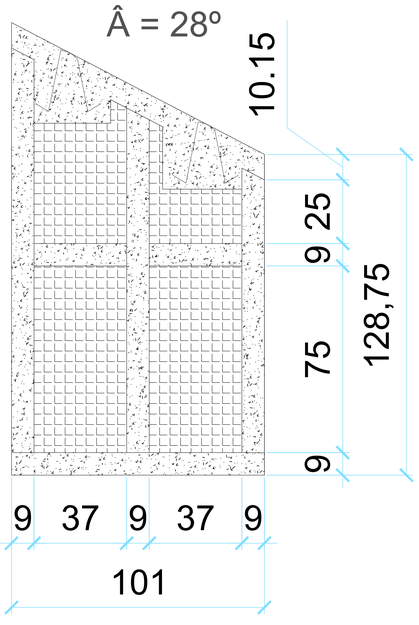
FACE 01

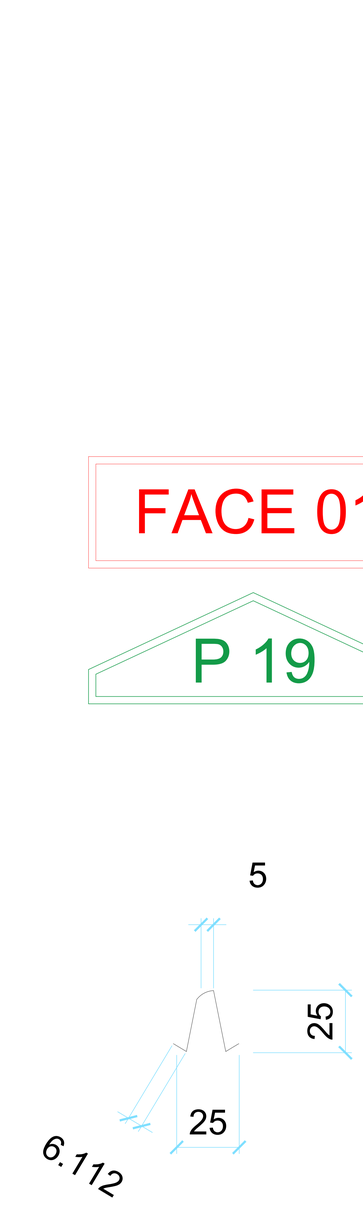
P 19



Espessura do
Painel 19







1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

FACE 02

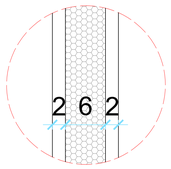
P 19



1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

FACE 01

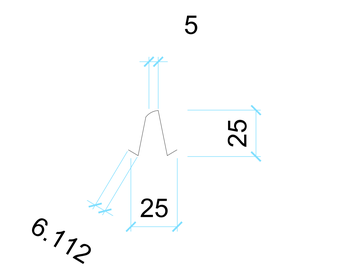
P 20



Espessura do
Painel 20

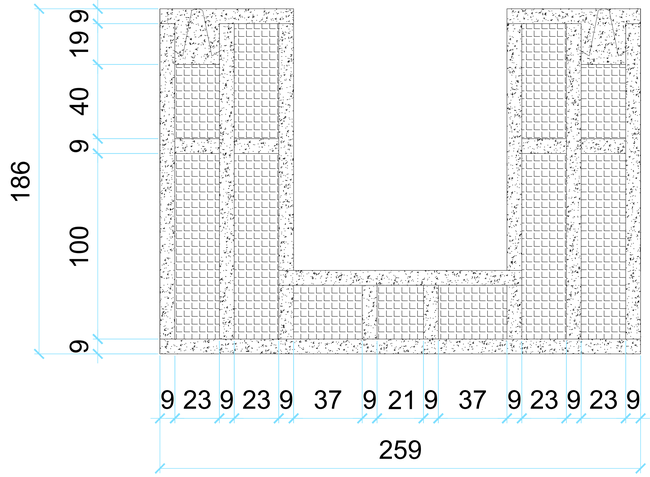
FACE 02

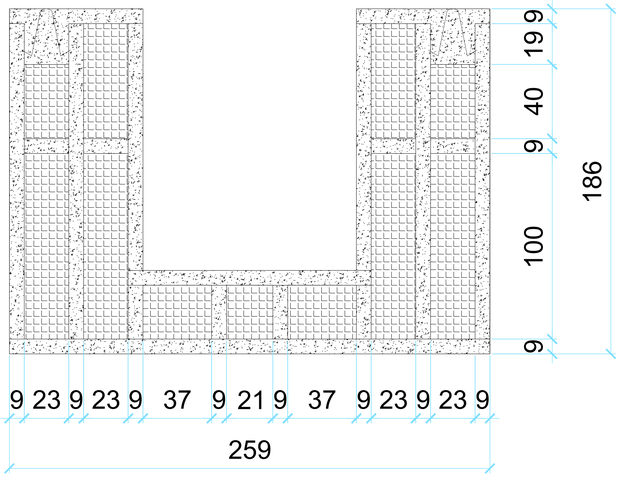
P 20

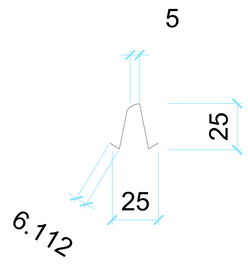


1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60





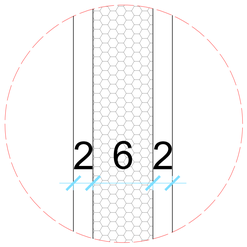


1Ø8.0 C=70

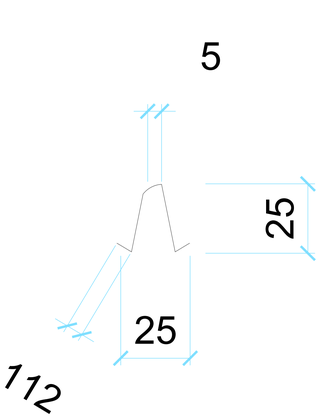
1Ø8.0 C=60

FACE 01

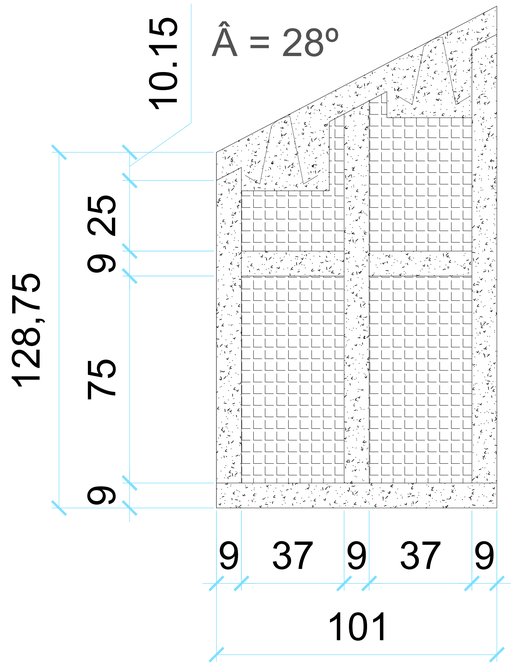
P 21



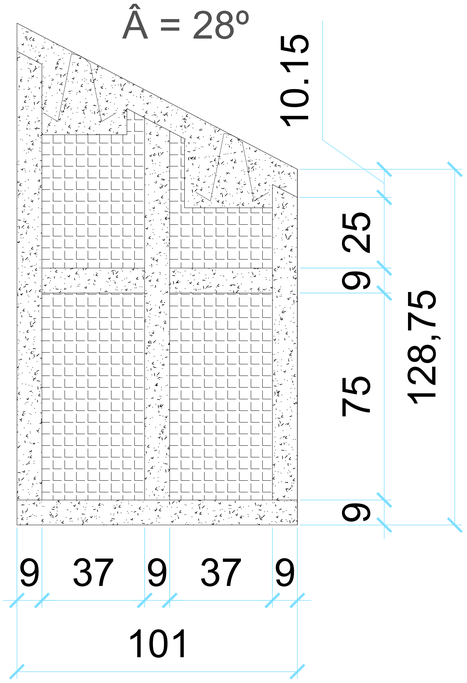
Espessura do
Painel 21



1Ø8.0 C=70

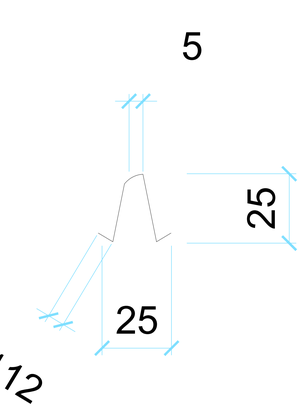


1Ø8.0 C=60



FACE 02

P 21

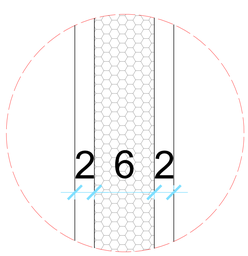


1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60

FACE 01

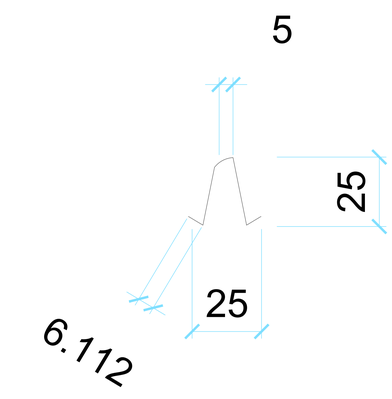
P 22



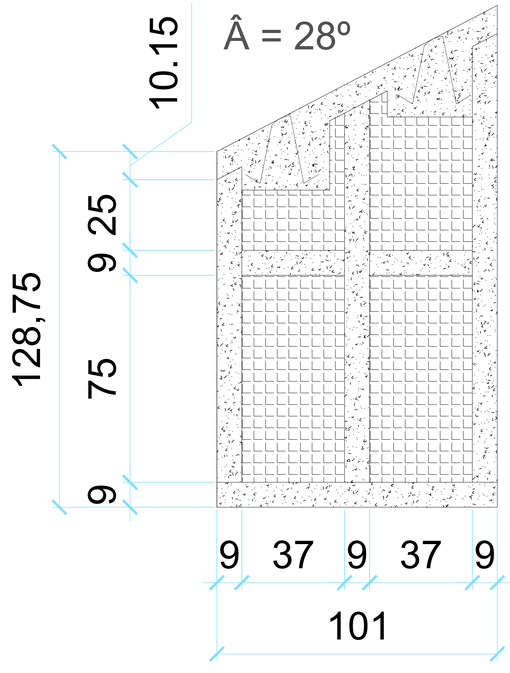
Espessura do
Painel 22

FACE 02

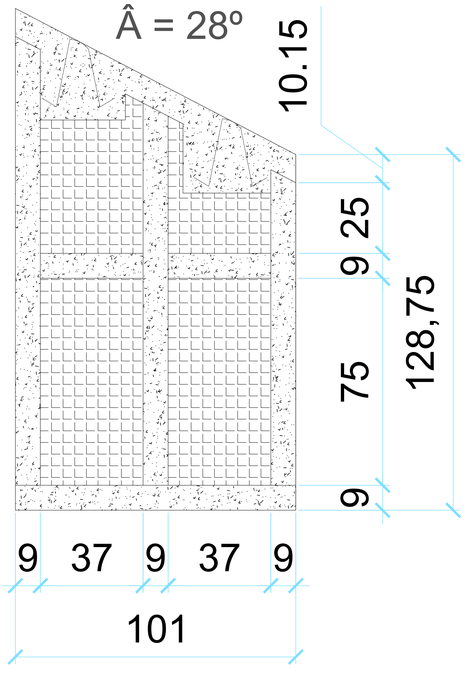
P 22

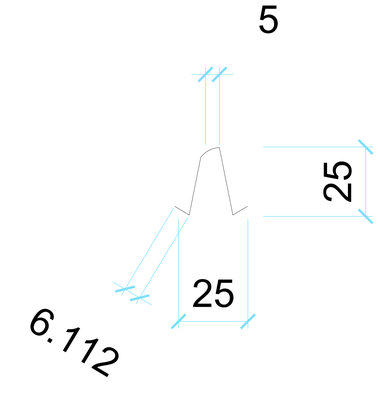


1Ø8.0 C=70



1Ø8.0 C=60



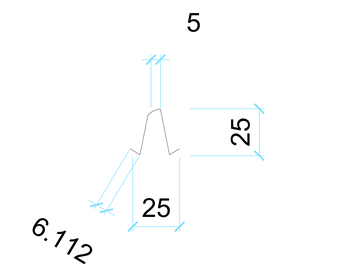


1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60

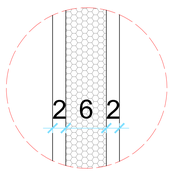
FACE 01

P 23

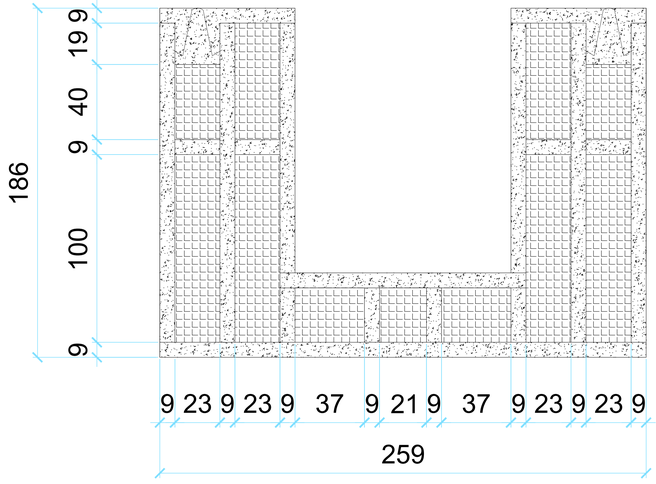


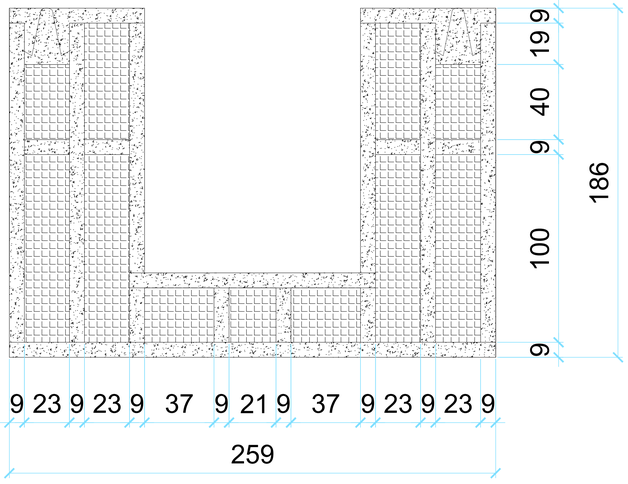
1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60



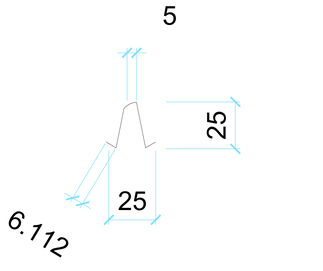
Espessura do
Painel 23





FACE 02

P 23

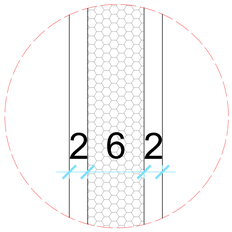


1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60

FACE 01

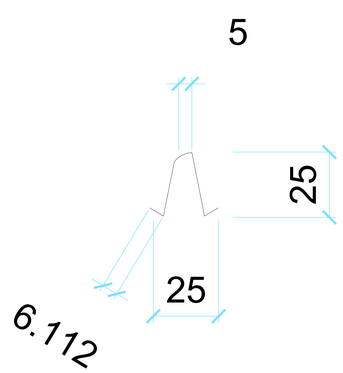
P 24



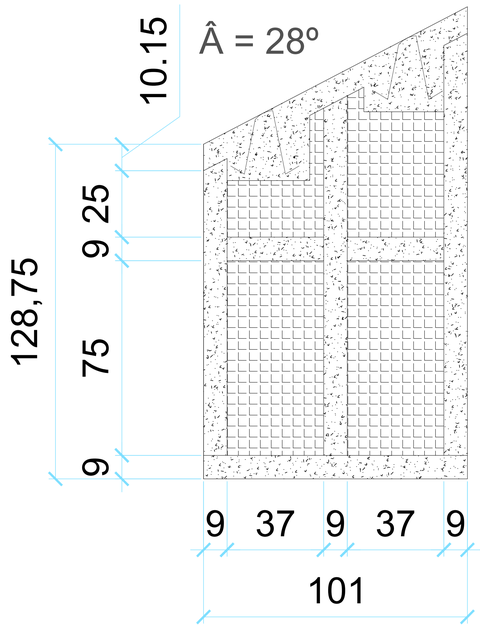
Espessura do
Painel 24

FACE 02

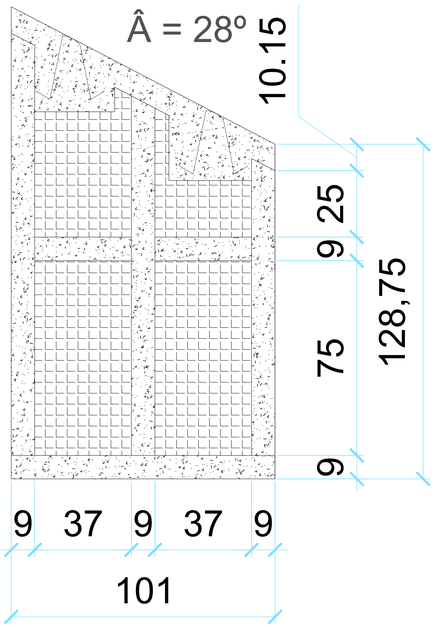
P 24

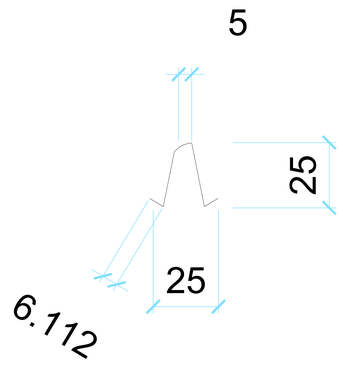


1Ø8.0 C=70



1Ø8.0 C=60



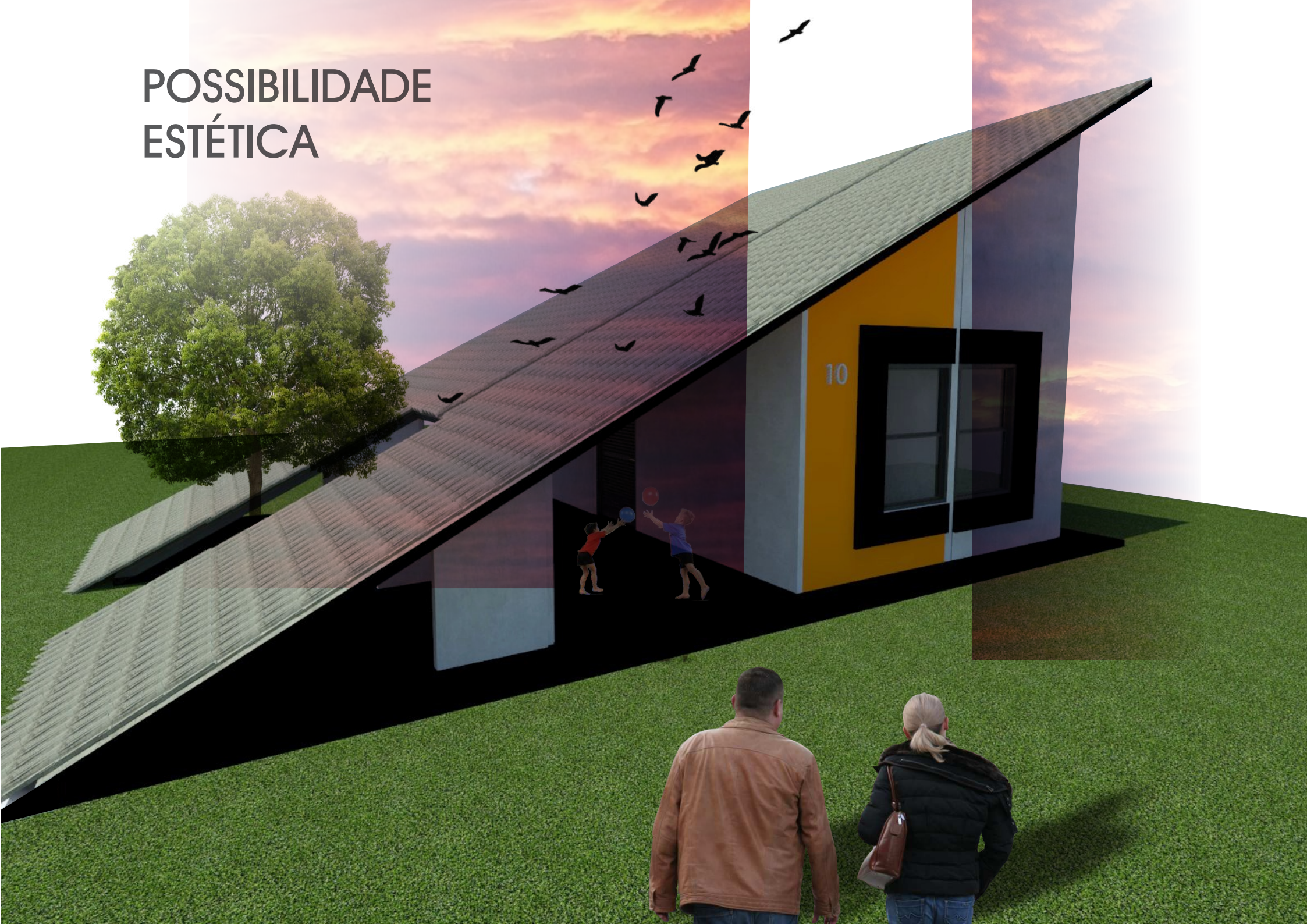


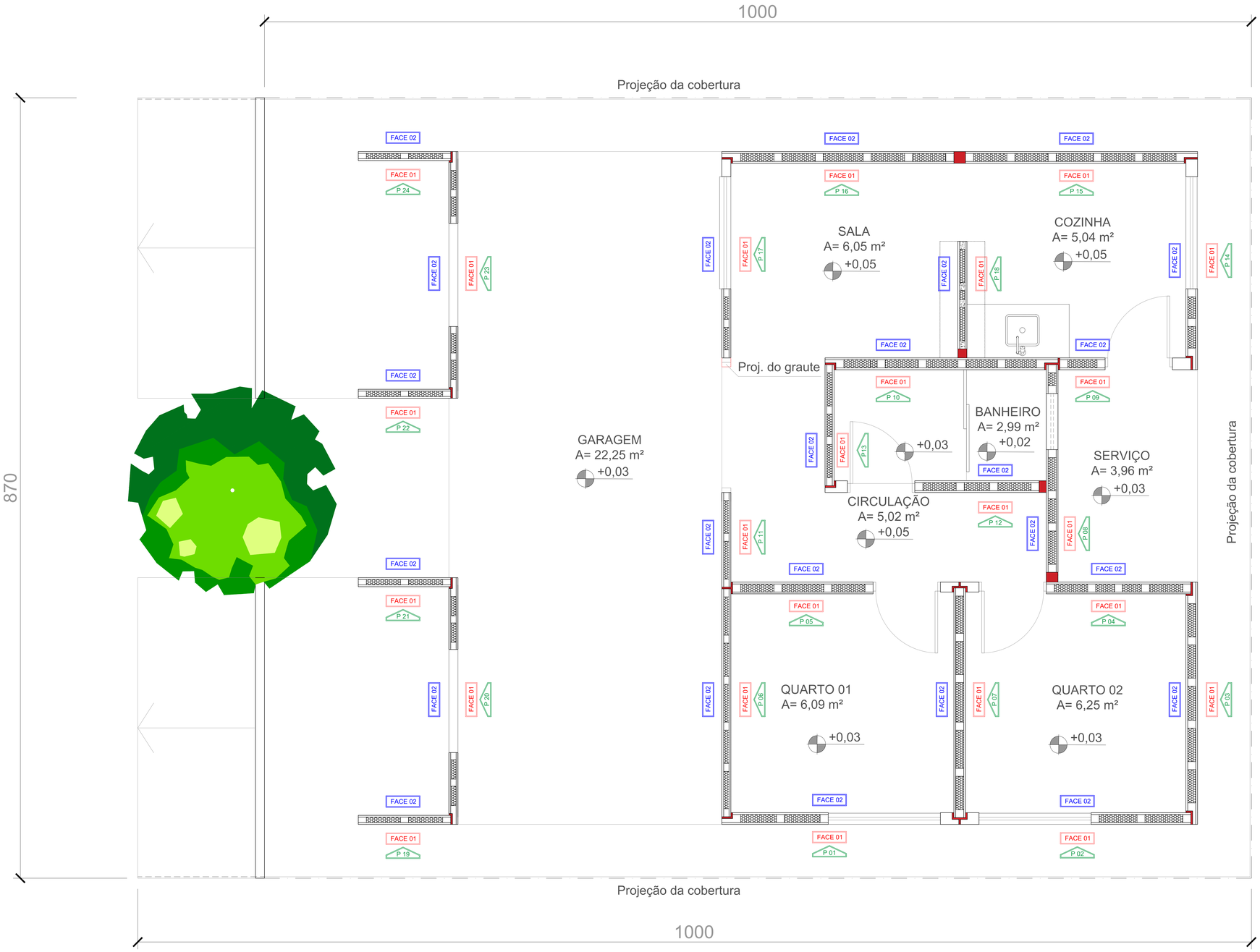
1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60

APÊNDICE **B**

POSSIBILIDADE ESTÉTICA



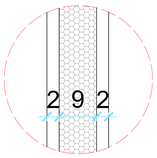


1 PLANTA BAIXA - CONEXÕES POR COMPRESSÃO TIPO ESTREITA

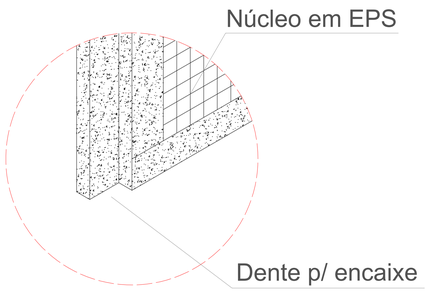
ESCALA GRÁFICA

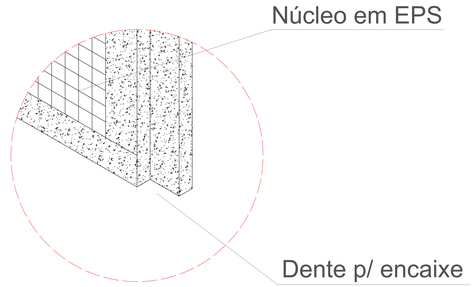
N

0 0,50 1,00 2,00



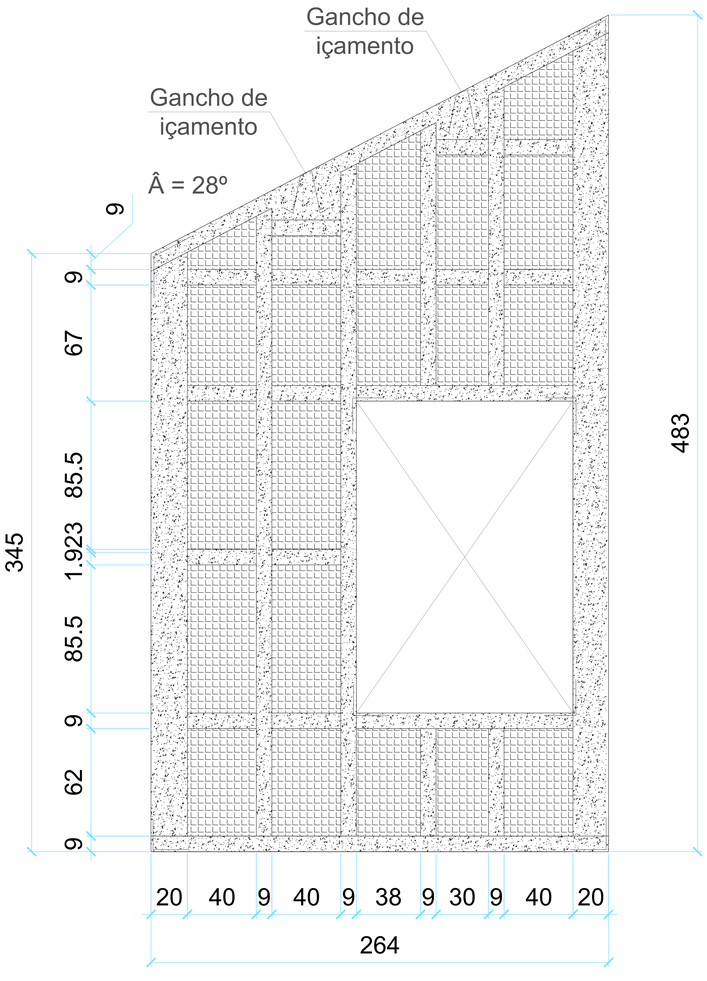
Espessura do
Painel 01



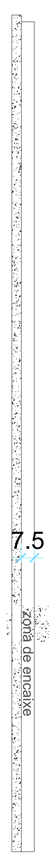


FACE 01

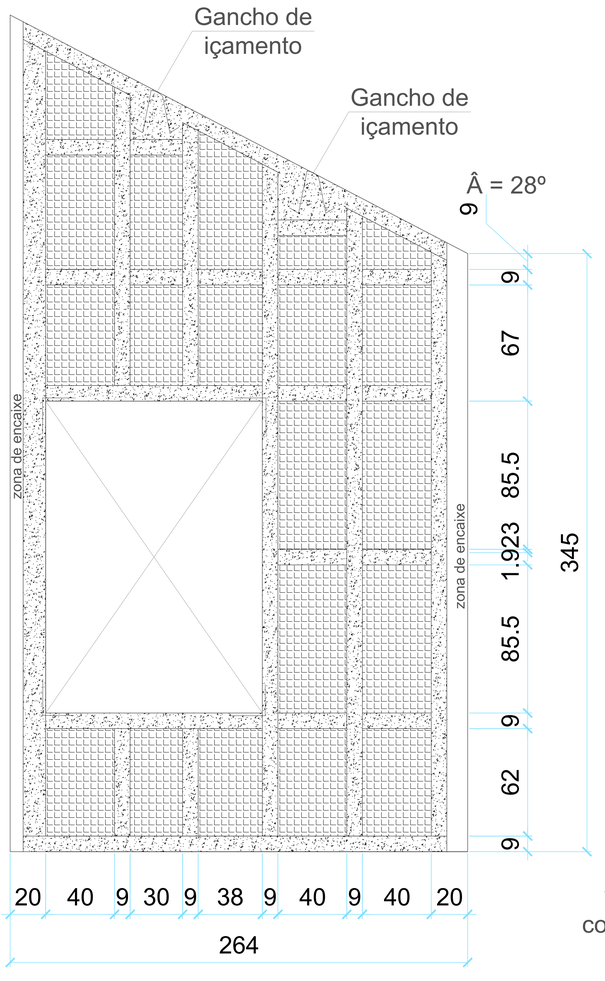
P 01







vista do painel
com espessura do
encaixe

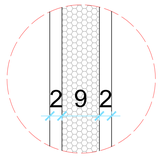




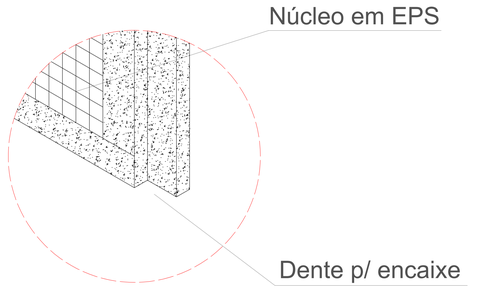
vista do painel
com espessura do
encaixe

FACE 02

P 01

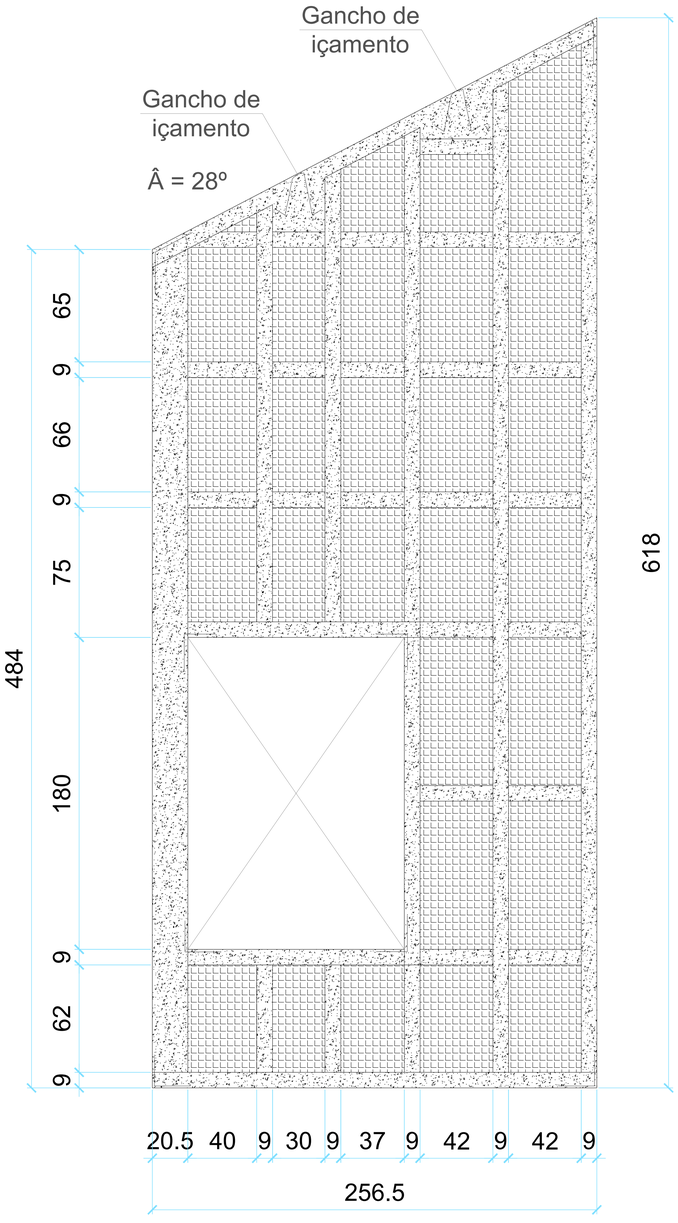


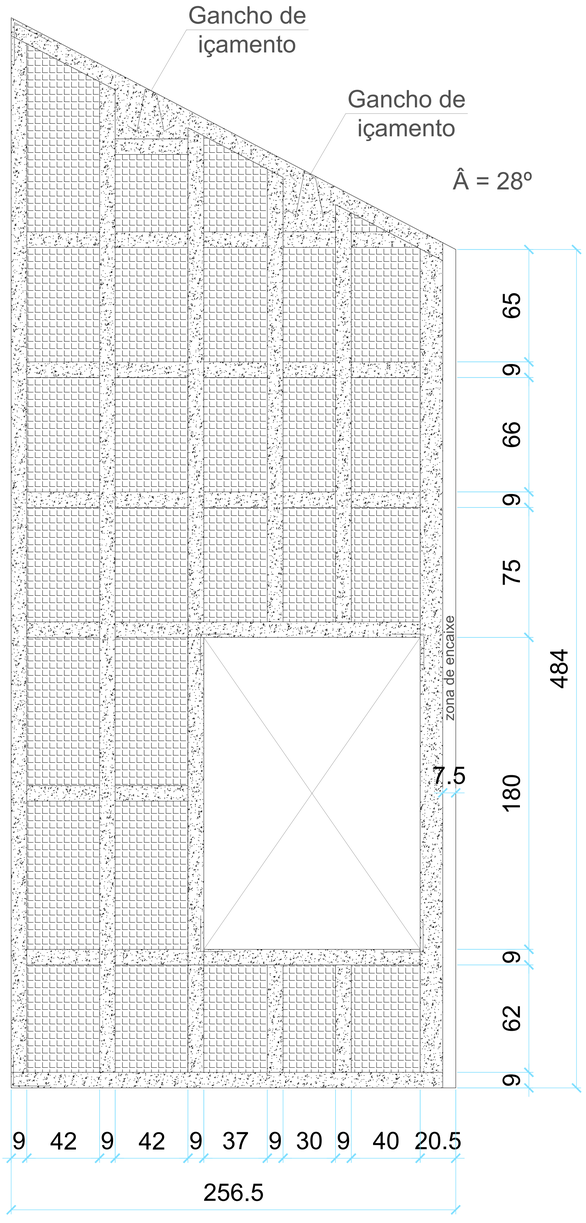
Espessura do
Painel 02



FACE 01

P 02



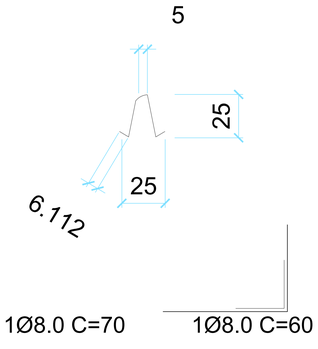


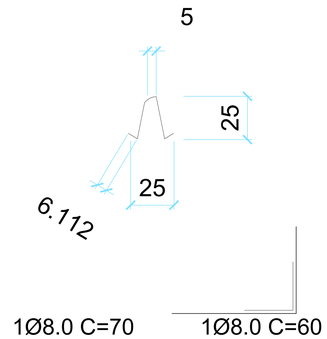


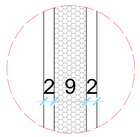
vista do painel
com espessura do
encaixe

FACE 02

P 02



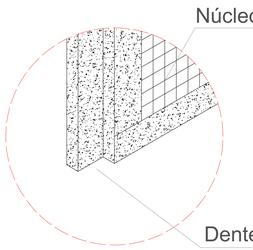


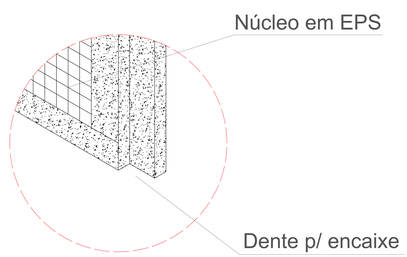


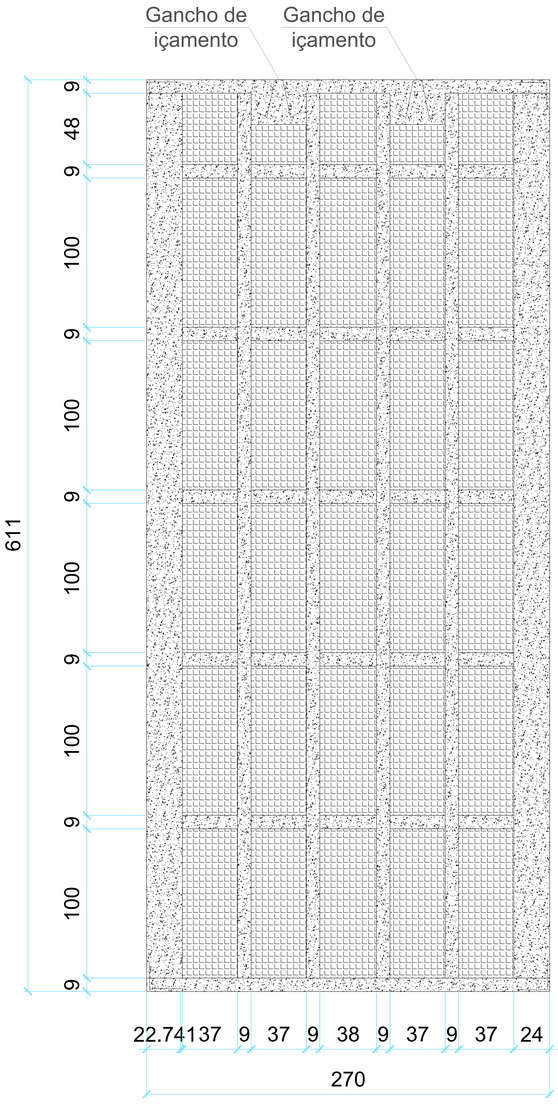
Espessura do
Painel 03

FACE 01

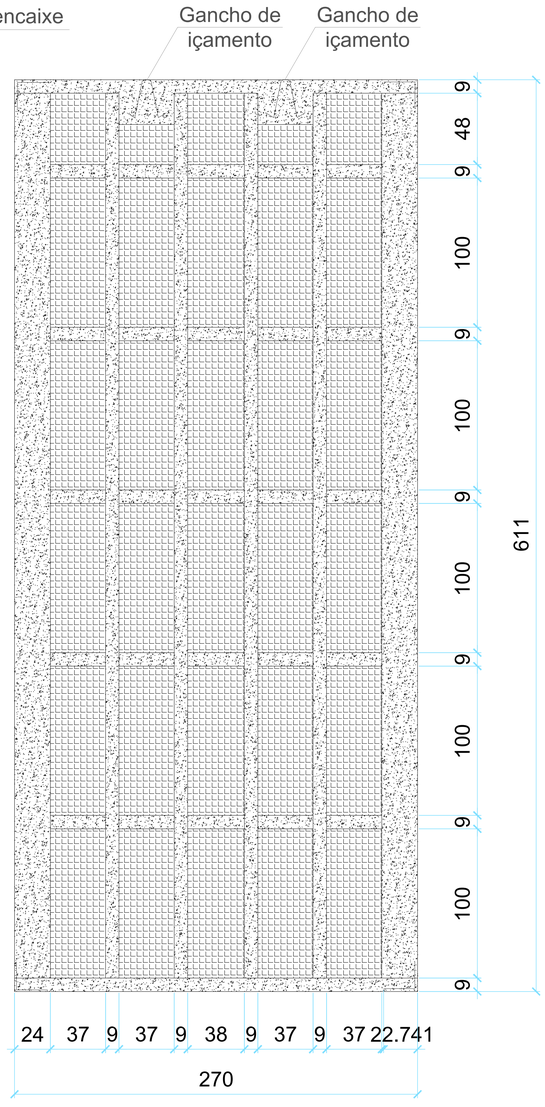
P 03







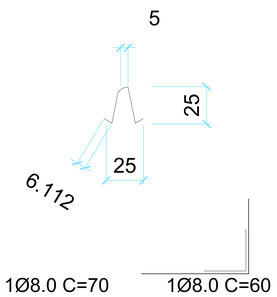






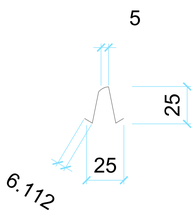
FACE 02

P 03



1Ø8.0 C=70

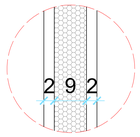
1Ø8.0 C=60



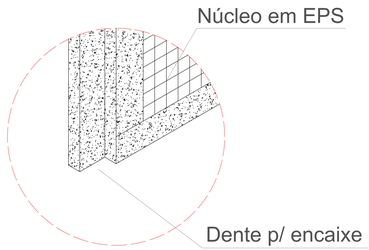
1Ø8.0 C=70



1Ø8.0 C=60

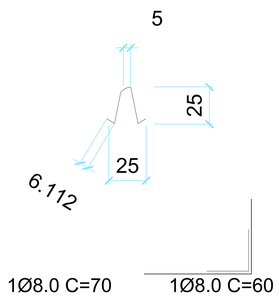


Espessura do
Painel 04



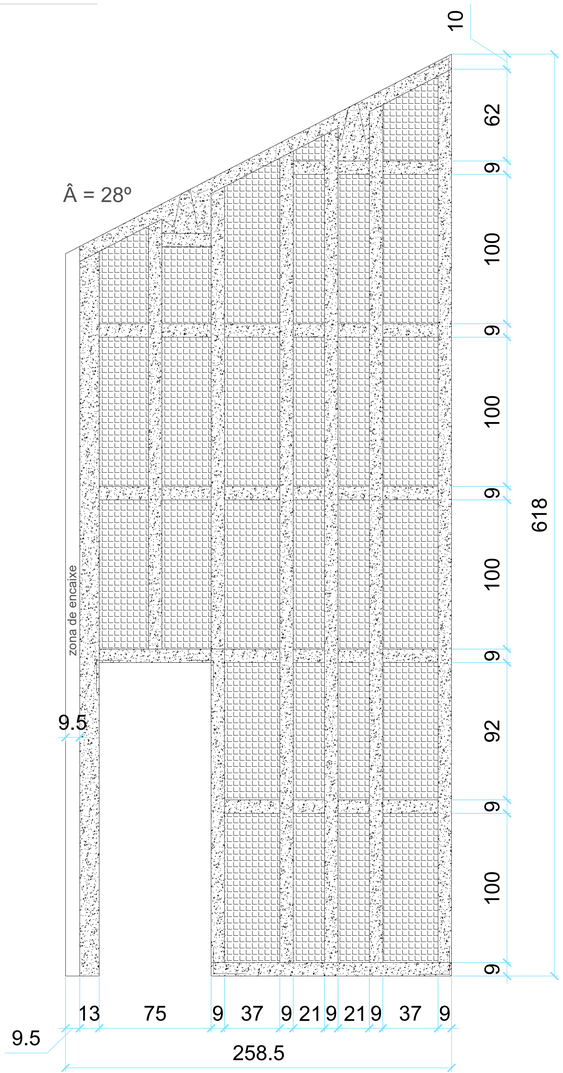
FACE 01

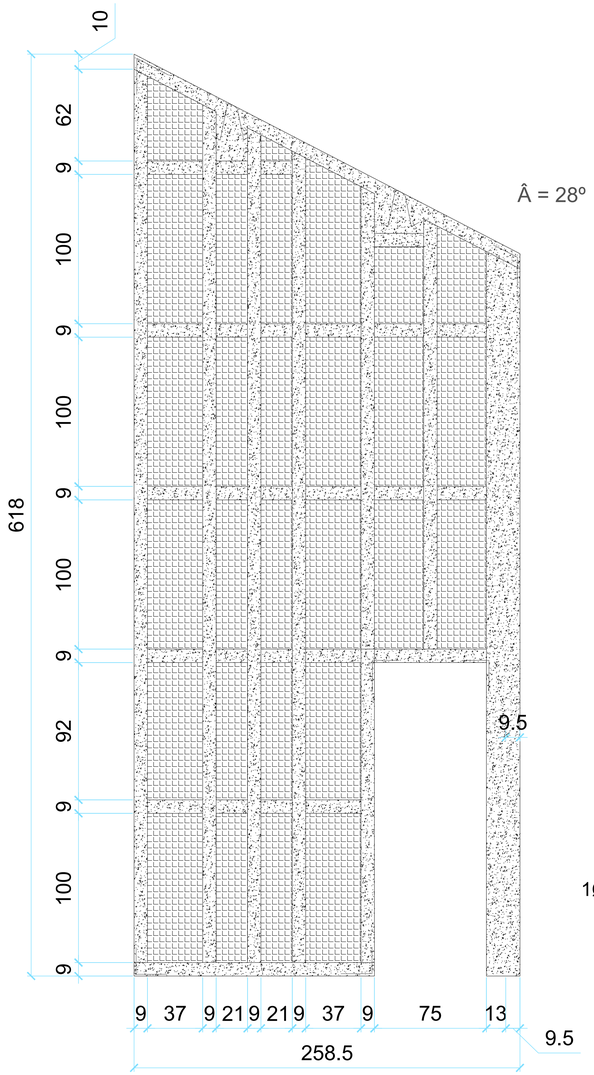
P 04





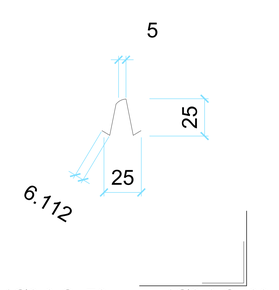
vista do painel
com espessura do
encaixe

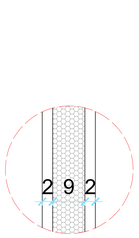




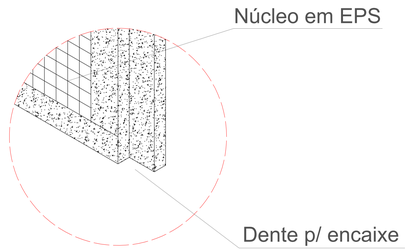
FACE 02

P 04



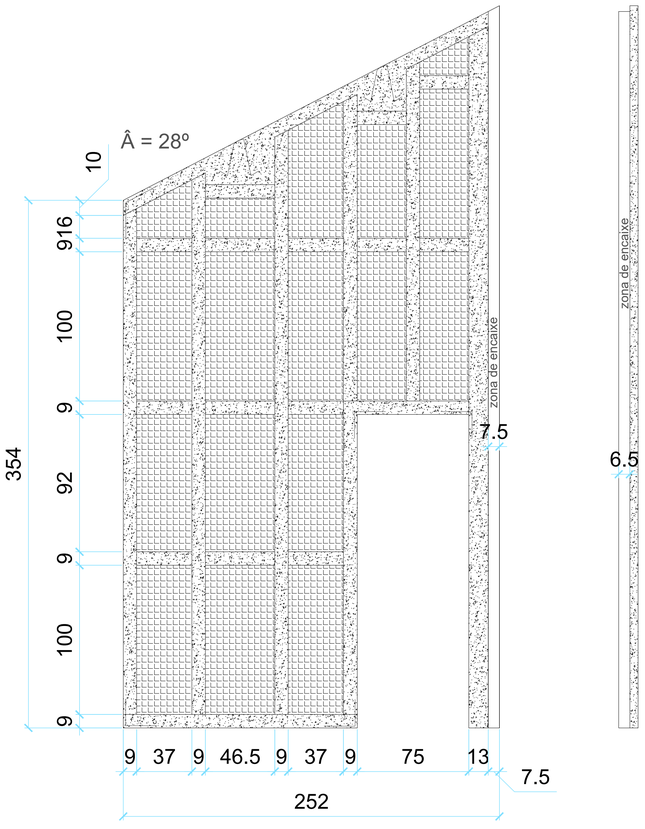


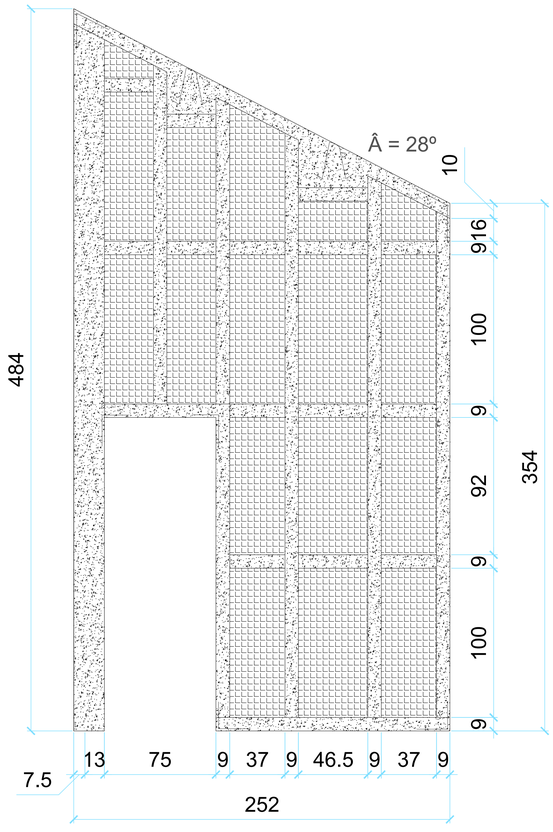
Espessura do
Painel 05



FACE 01

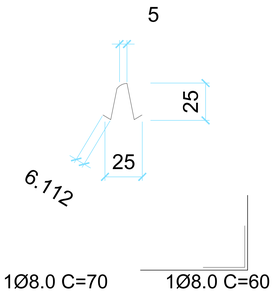
P 05

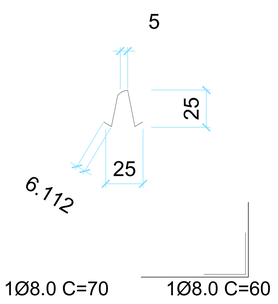




FACE 02

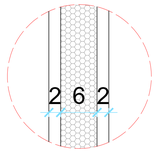
P 05



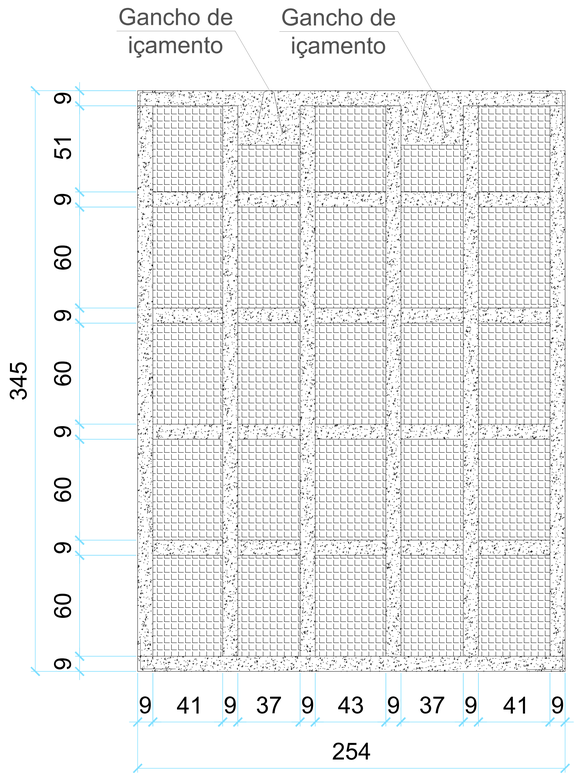


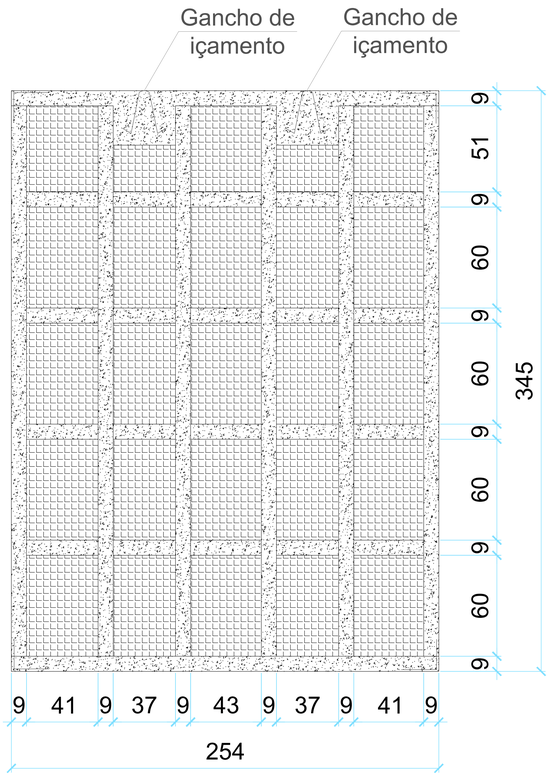
FACE 01

P 06



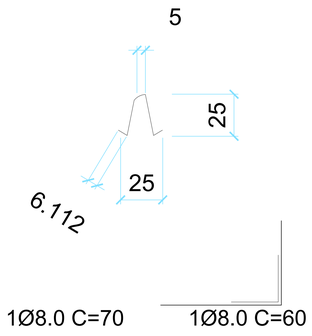
Espessura do Painel 06

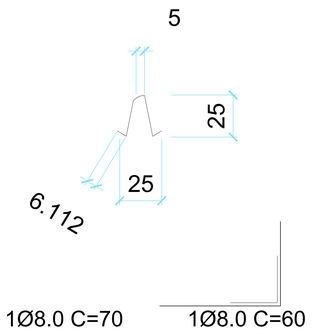




FACE 02

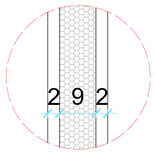
P 06



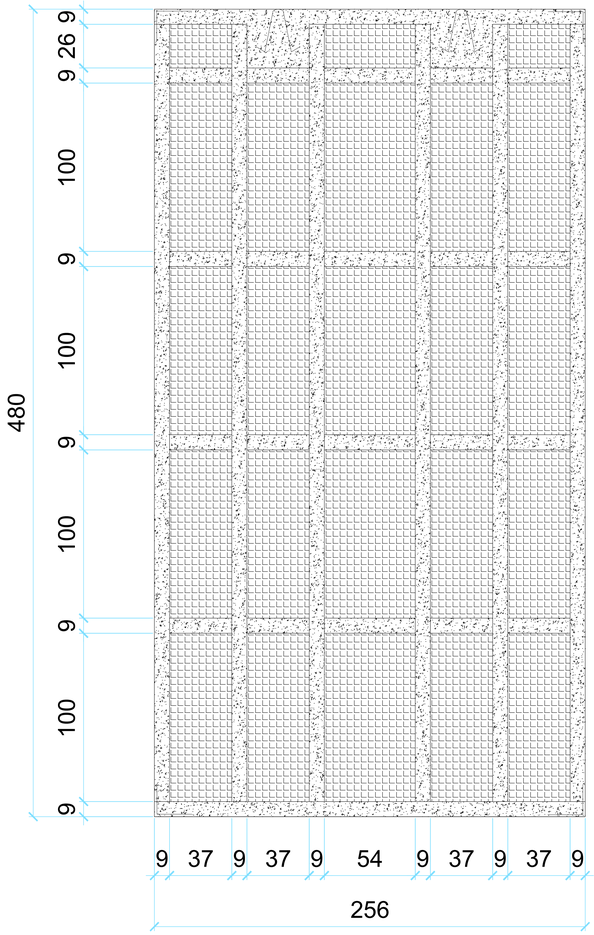


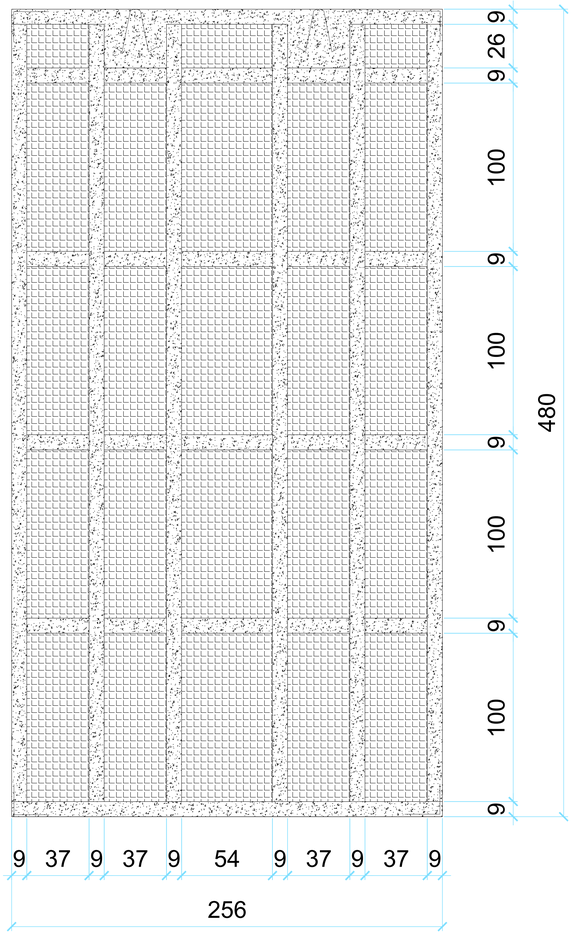
FACE 01

P 07



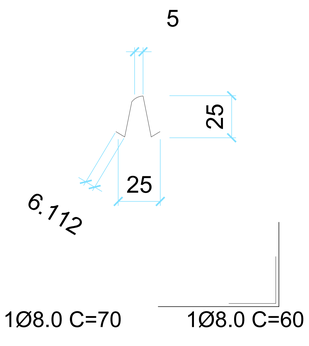
Espessura do
Painel 07

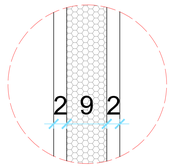




FACE 02

P 07

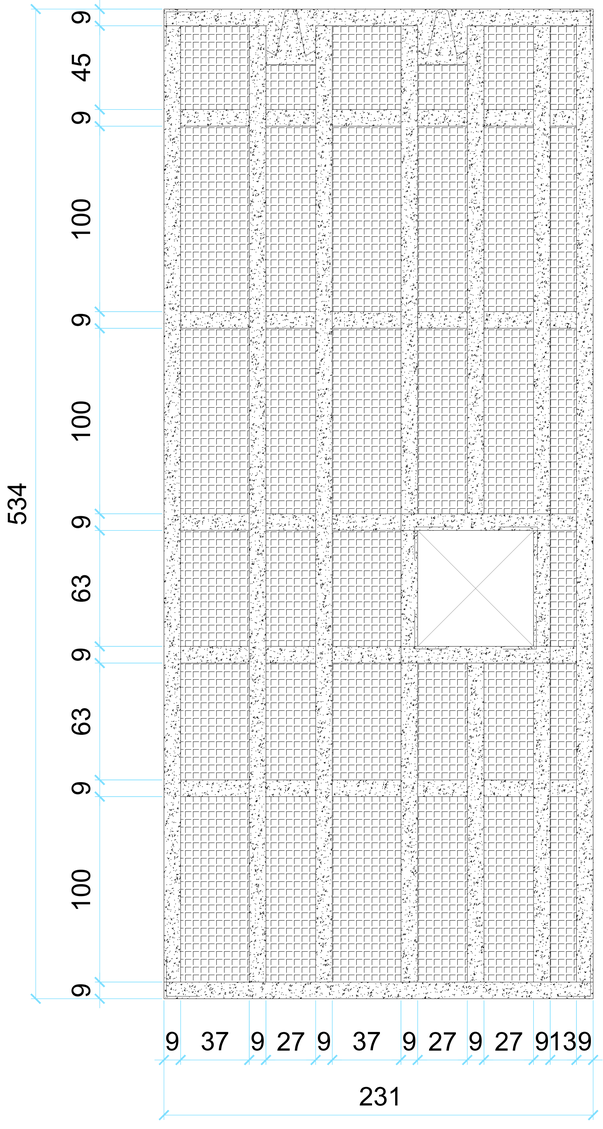


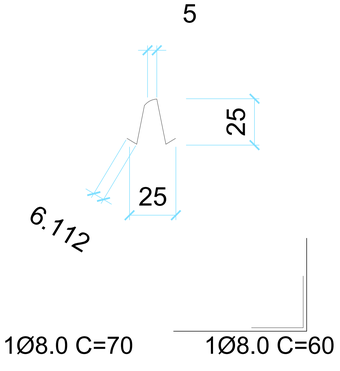


Espessura do
Painel 08

FACE 01

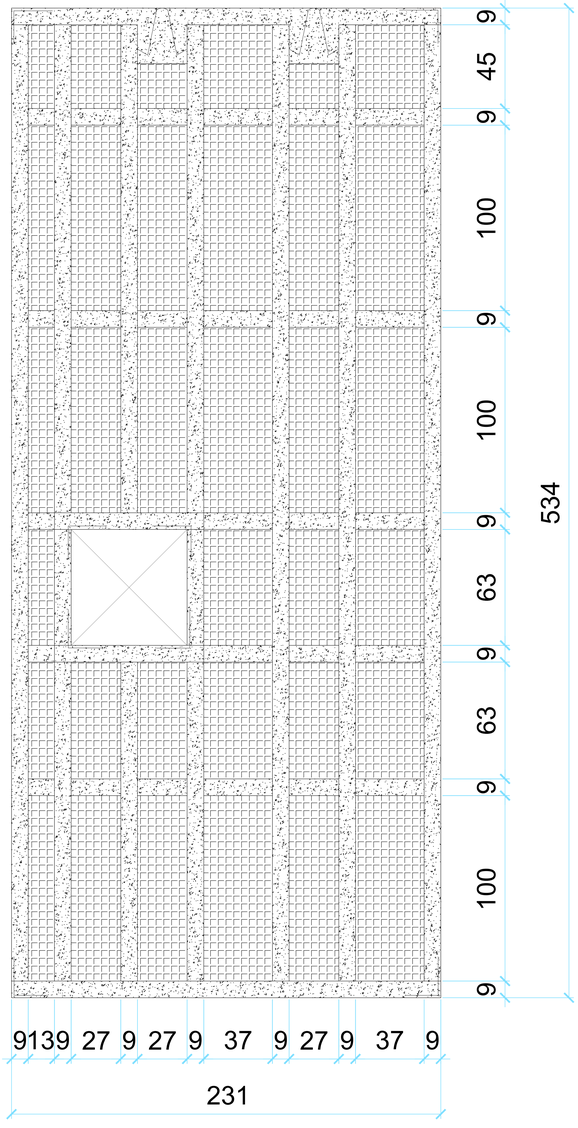
P 08





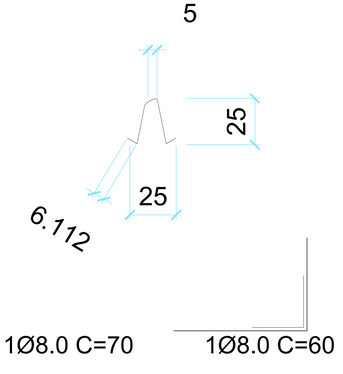
1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60



FACE 02

P 08

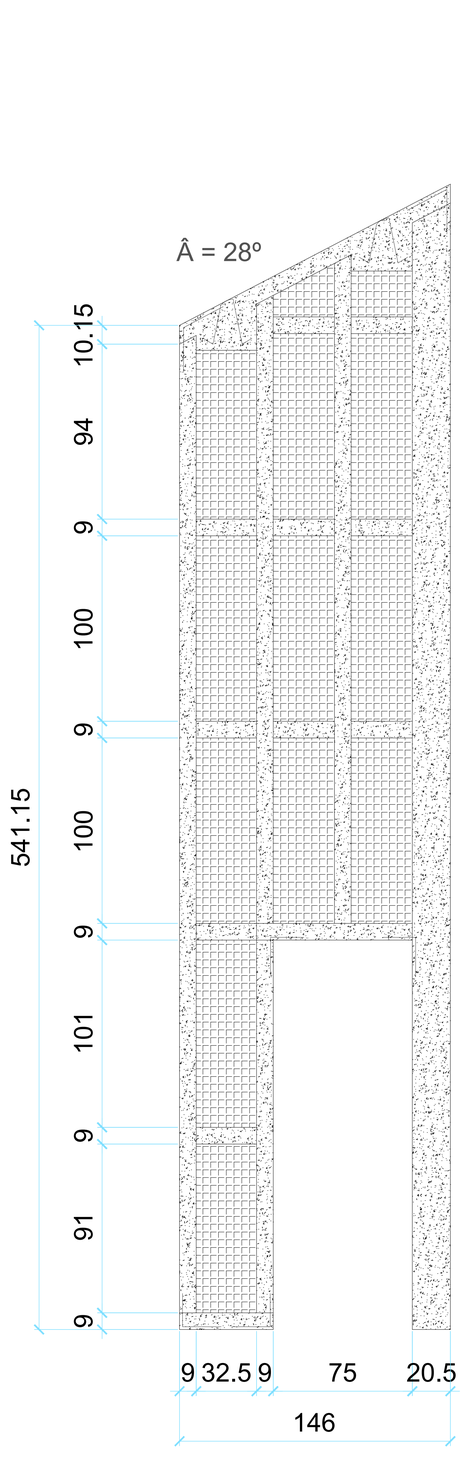


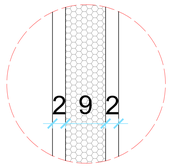
1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60

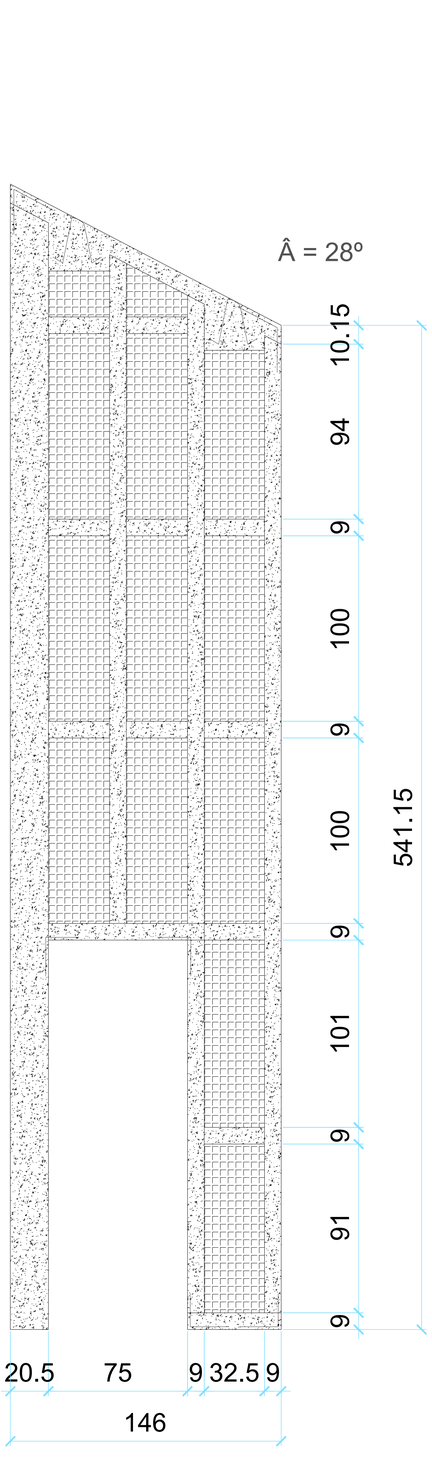
FACE 01

P 09



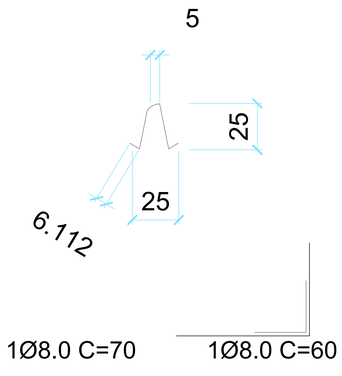


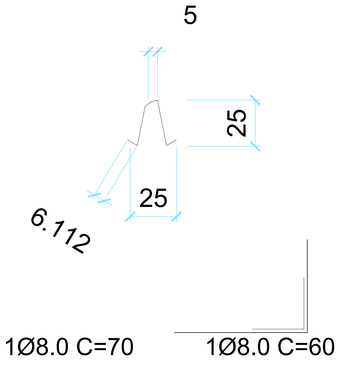
Espessura do Painel 09

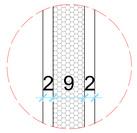


FACE 02

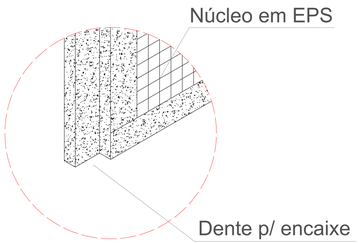
P 09

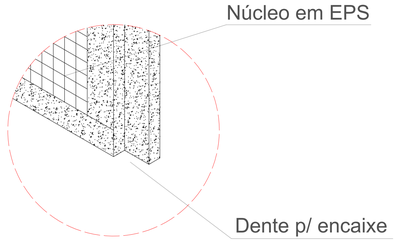






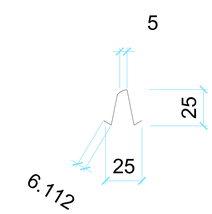
Espessura do
Painel 10





FACE 01

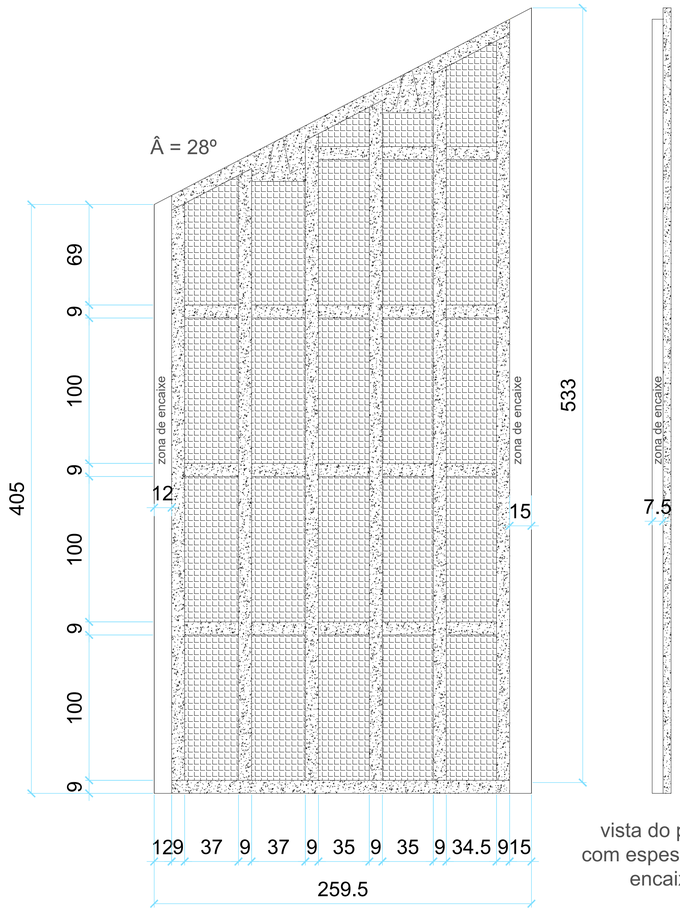
P 10



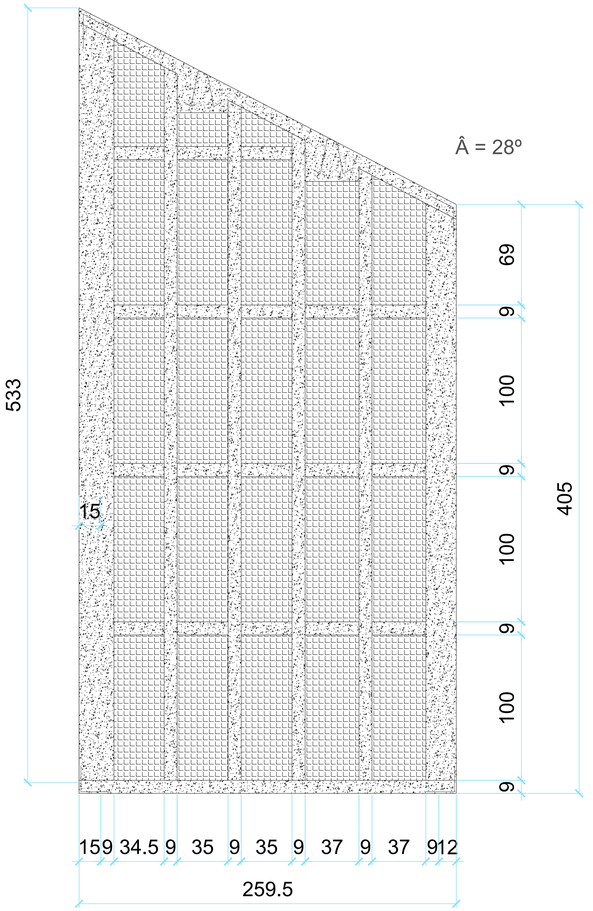
1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60



vista do painel
com espessura do
encaixe

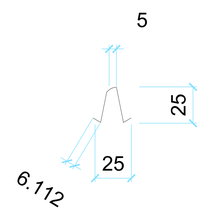


vista do painel
com espessura do
encaixe



FACE 02

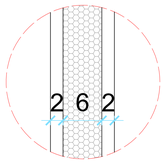
P 10



1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

FACE 01

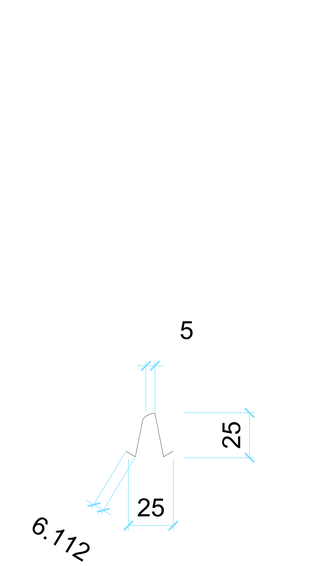
P 11



Espessura do
Painel 11

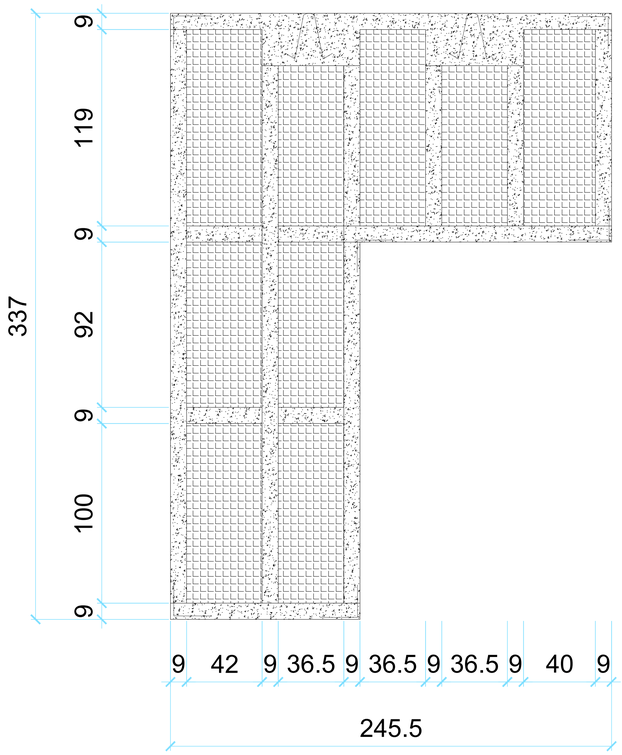
FACE 02

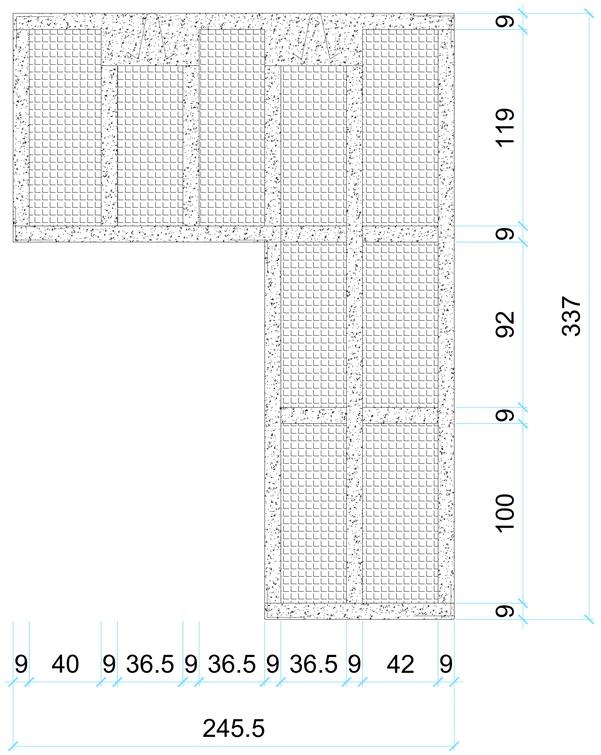
P 11

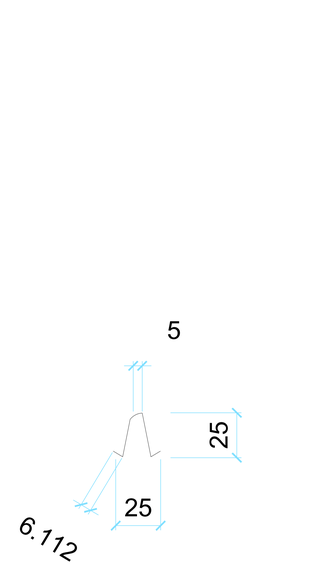


1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60





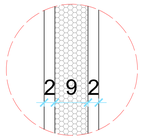


1Ø8.0 C=70

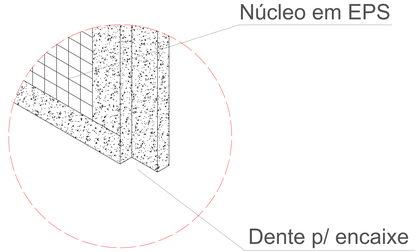
1Ø8.0 C=60

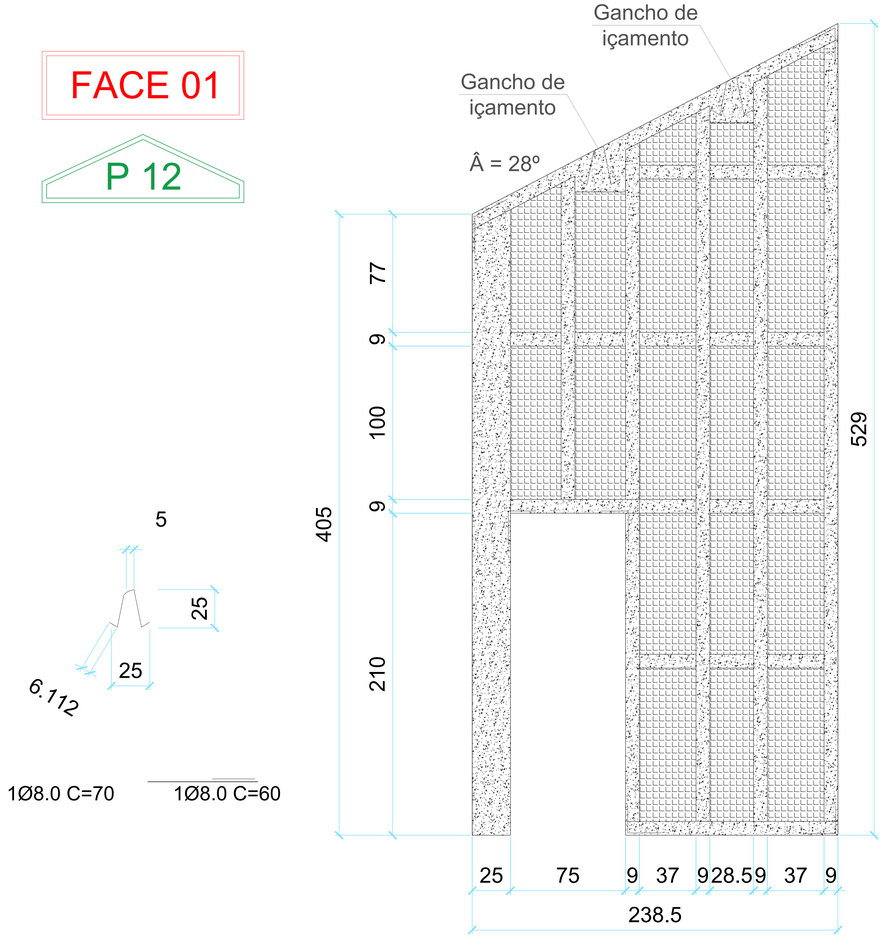
FACE 01

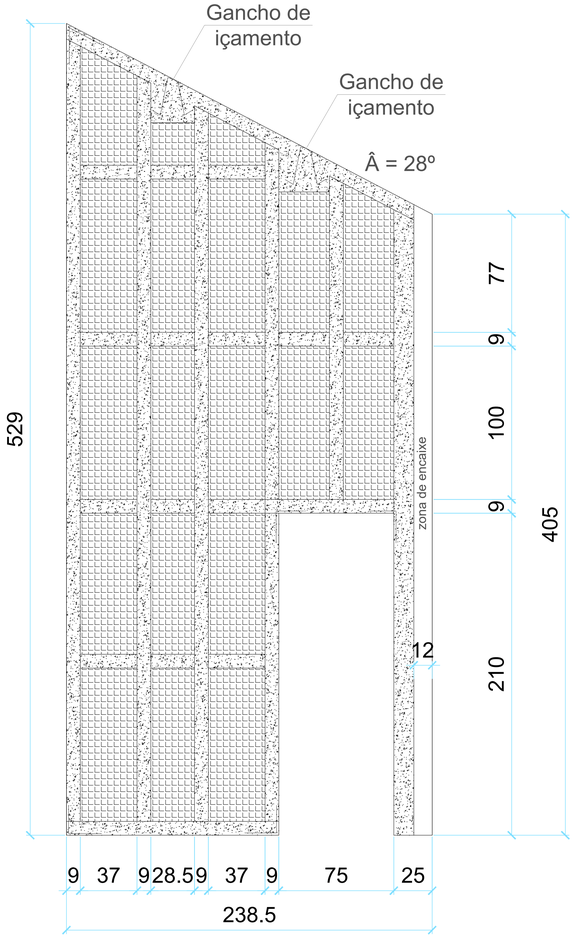
P 12



Espessura do Painel 12





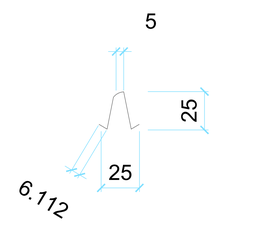




vista do painel com espessura do encaixe

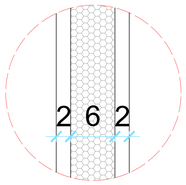
FACE 02

P 12



FACE 01

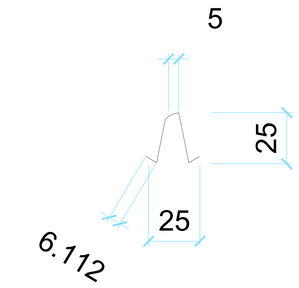
P 13



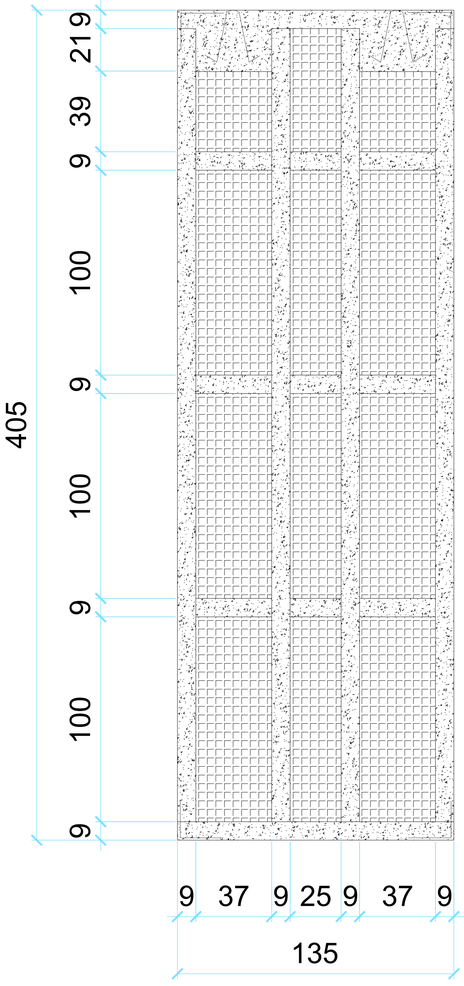
Espessura do
Painel 13

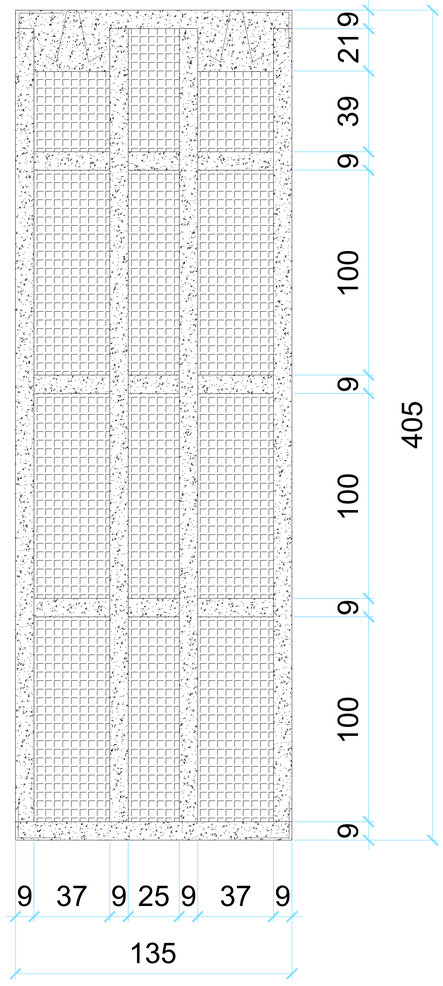
FACE 02

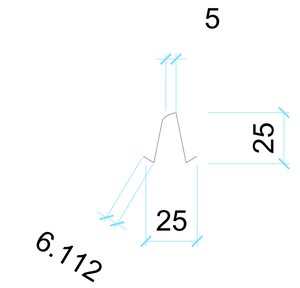
P 13



1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60



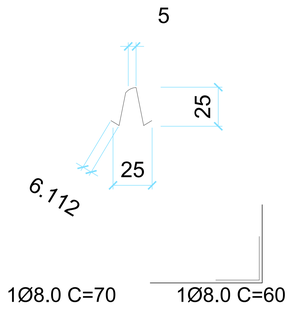


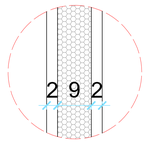


1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

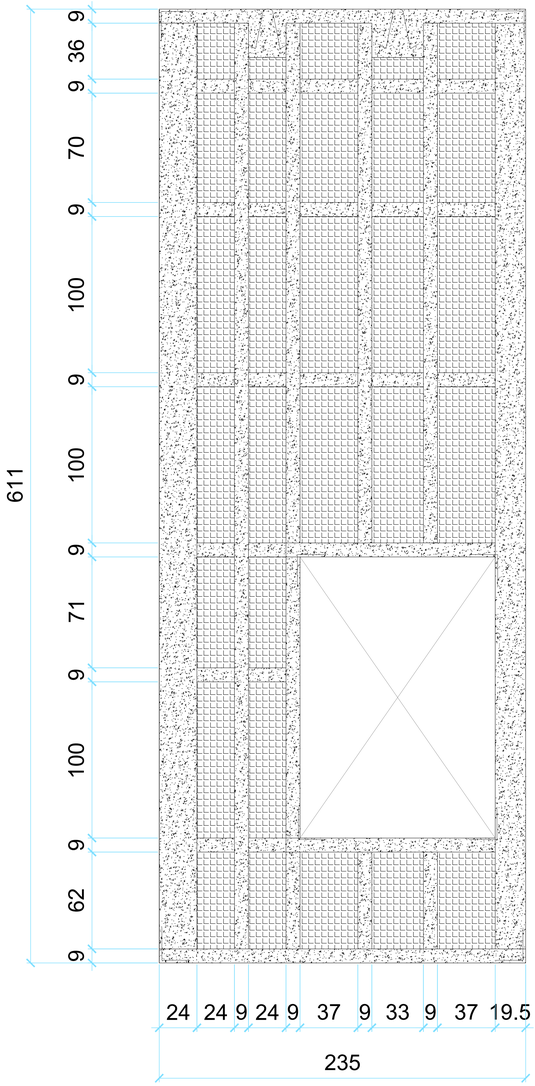
FACE 01

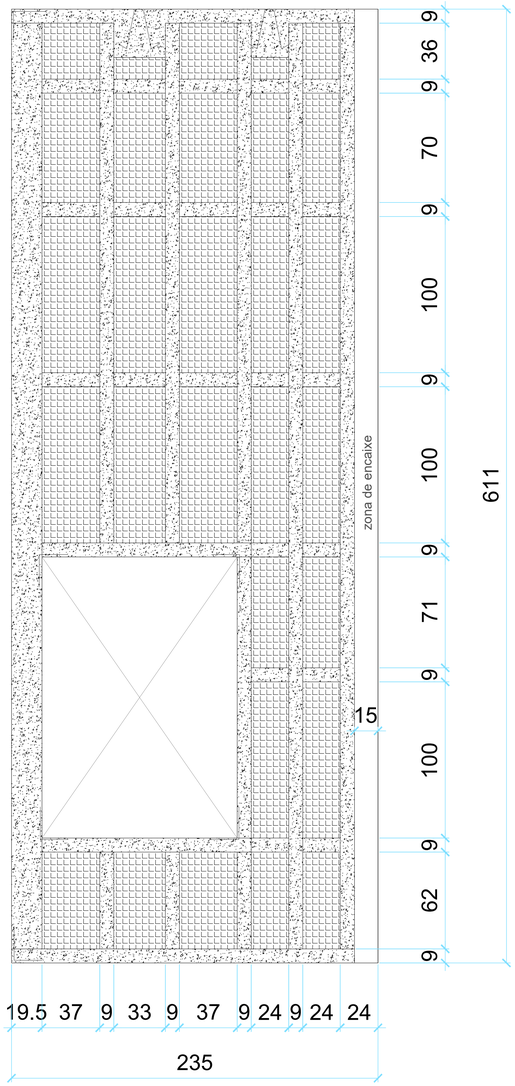
P 14

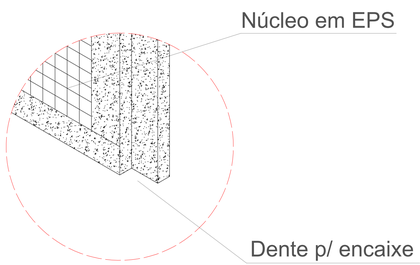




Espessura do
Painel 14





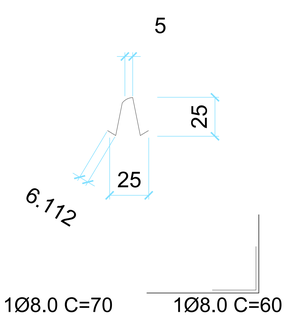


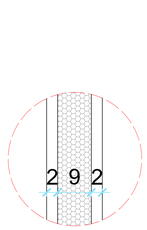


vista do painel
com espessura do
encaixe

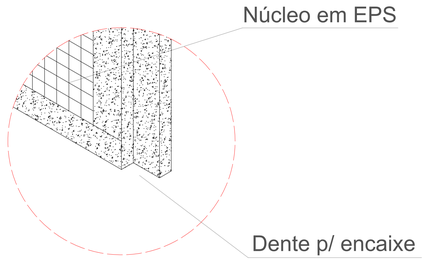
FACE 02

P 14



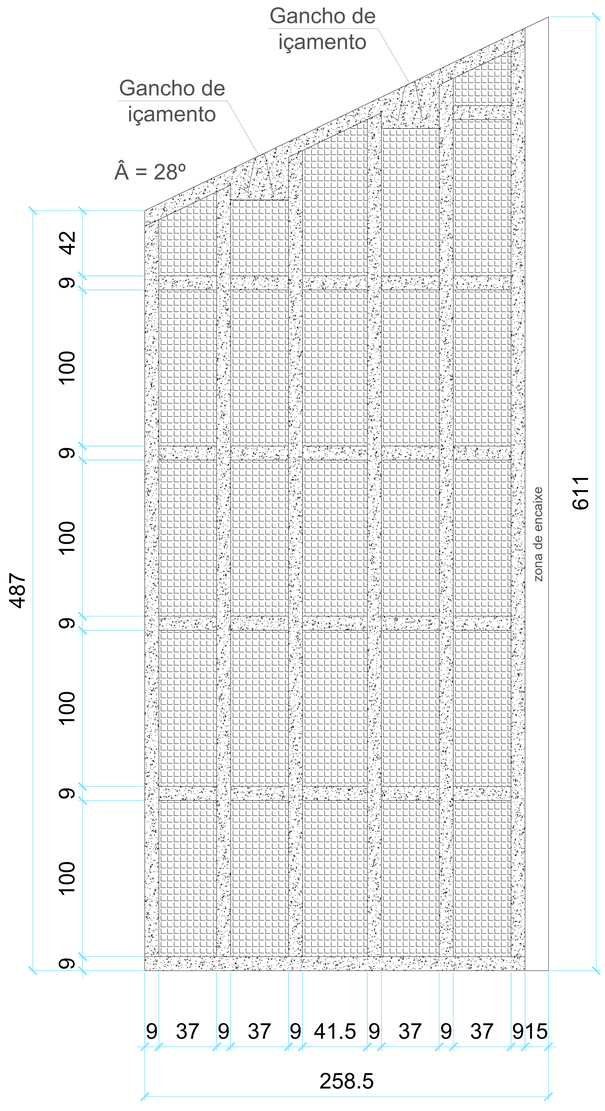


Espessura do
Painel 15



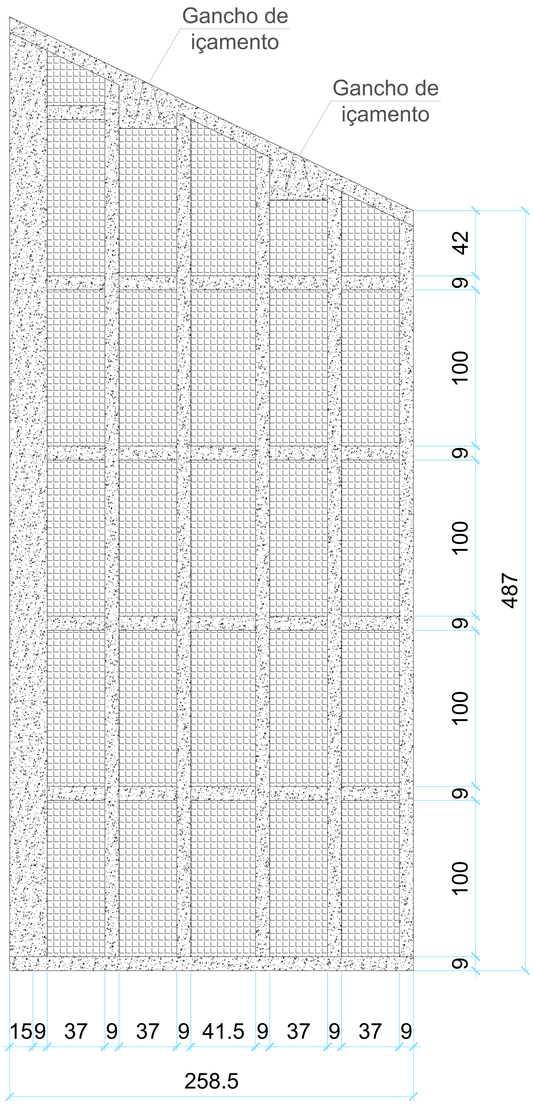
FACE 01

P 15



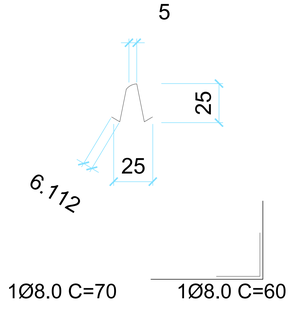


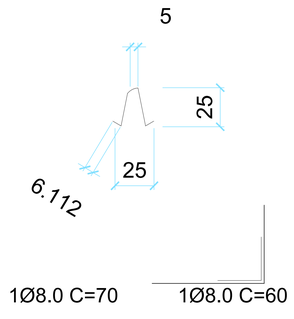
vista do painel
com espessura do
encaixe

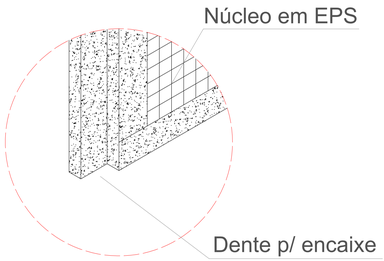


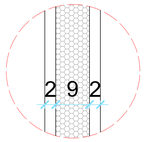
FACE 02

P 15





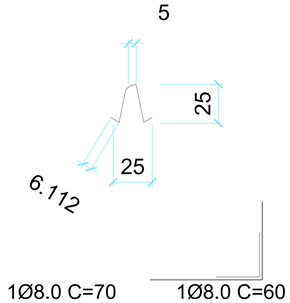




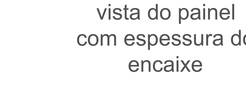
Espessura do Painel 16

FACE 01

P 16



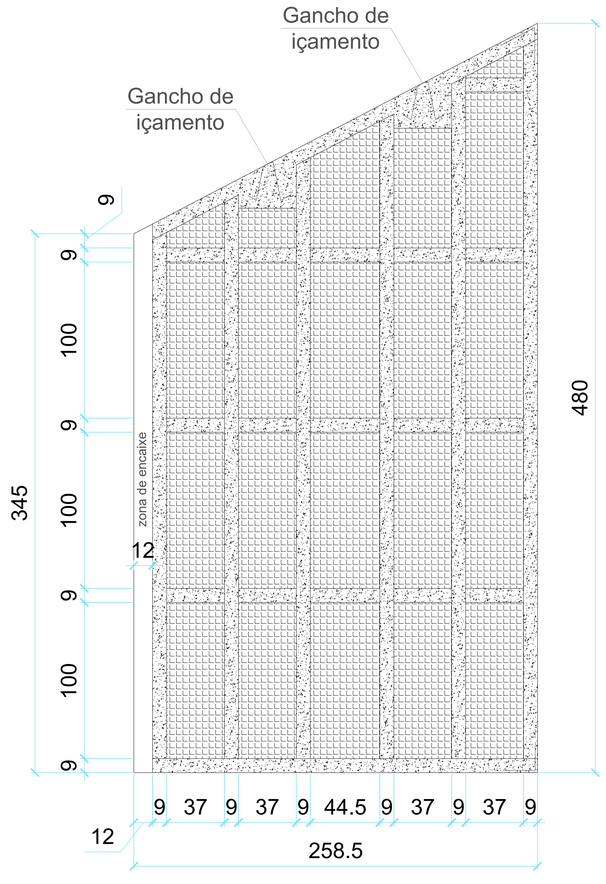
1Ø8.0 C=70

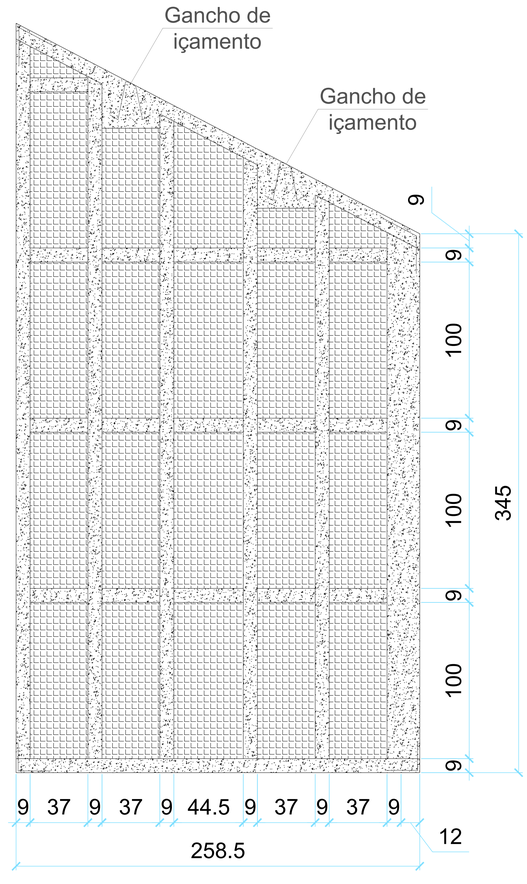


1Ø8.0 C=60



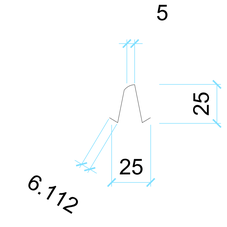
vista do painel com espessura do encaixe



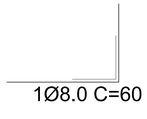


FACE 02

P 16



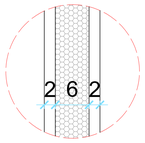
1Ø8.0 C=70



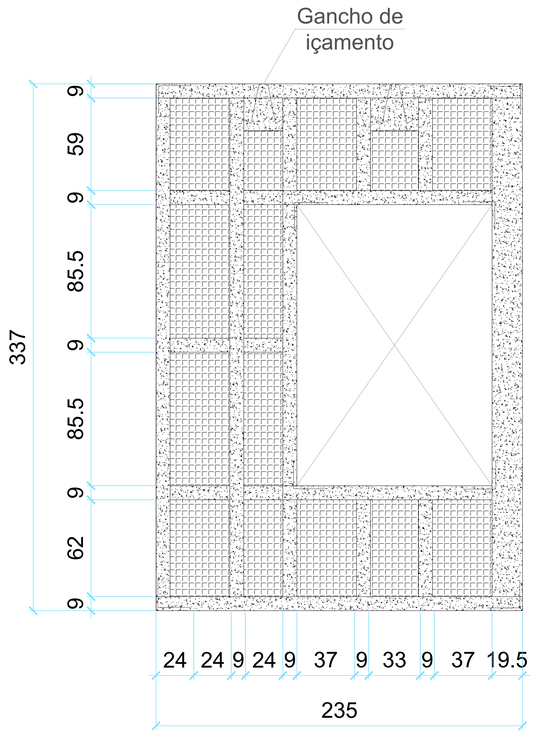
1Ø8.0 C=60

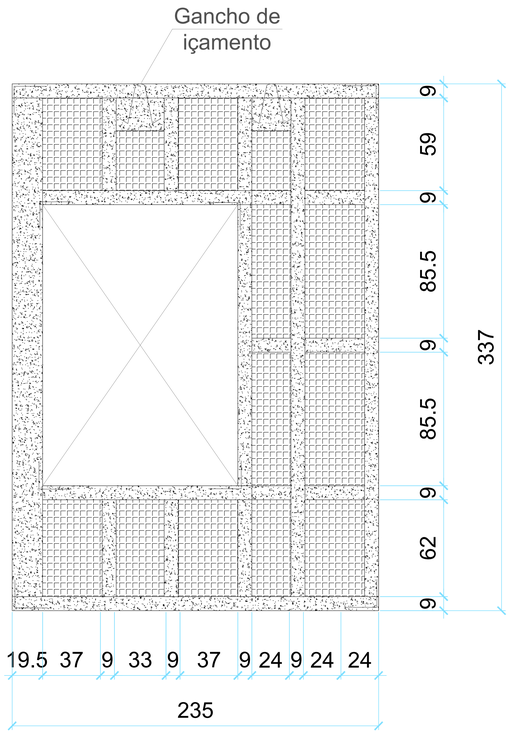
FACE 01

P 17



Espessura do Painel 17



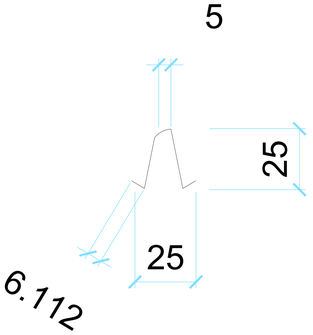


FACE 02

P 17

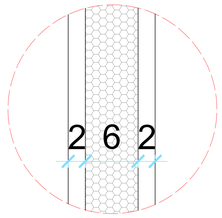
FACE 01

P 18

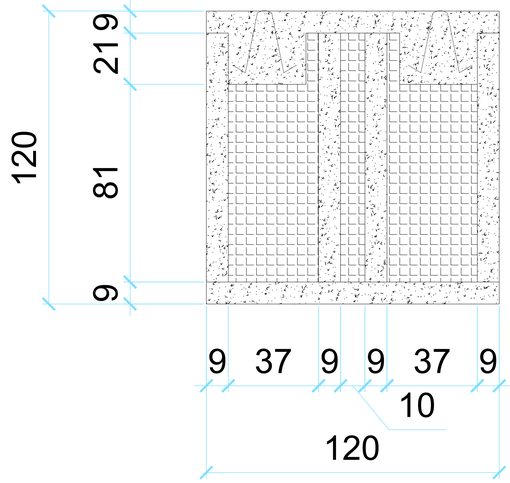


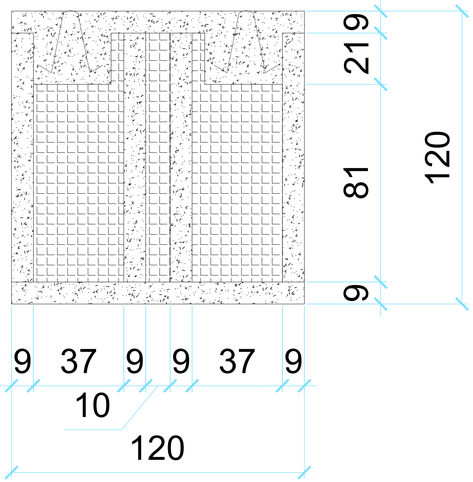
1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60



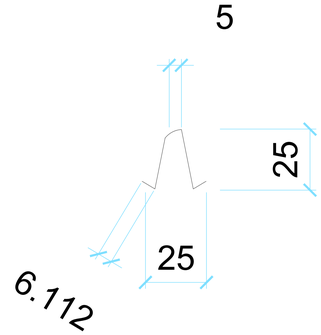
Espessura do Painel 18





FACE 02

P 18

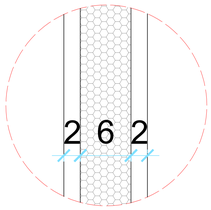


1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60

FACE 01

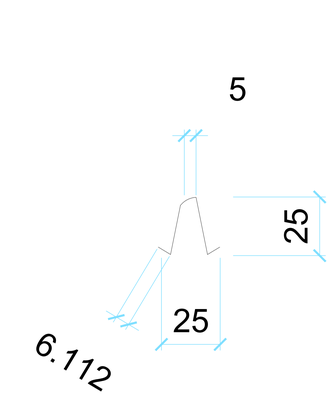
P 19



Espessura do
Painel 19

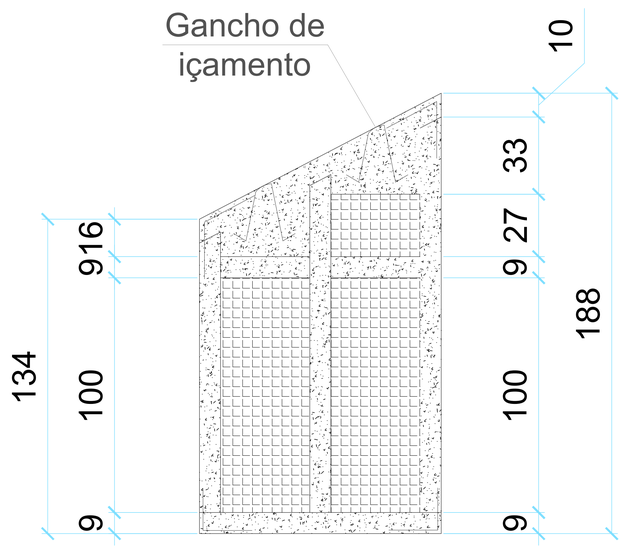
FACE 02

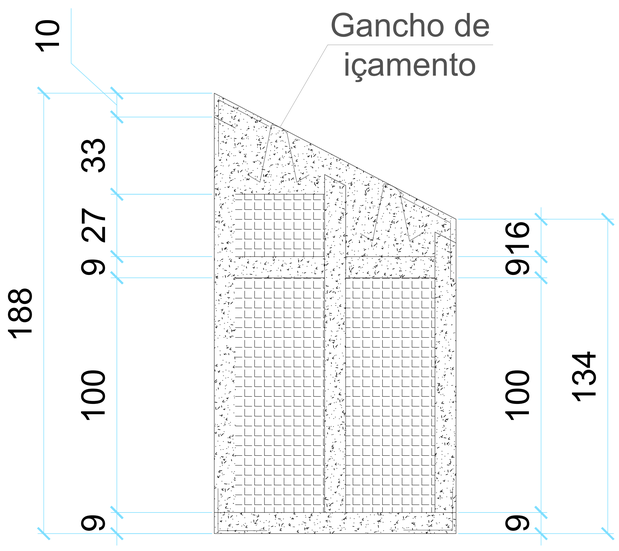
P 19

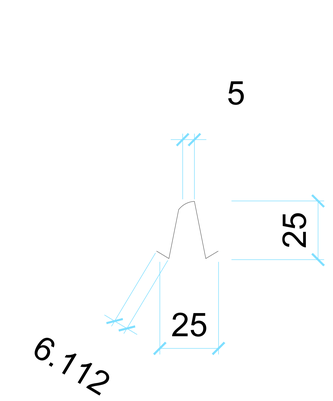


1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60





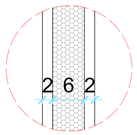


1Ø8.0 C=70

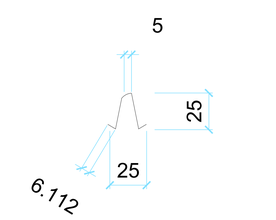
1Ø8.0 C=60

FACE 01

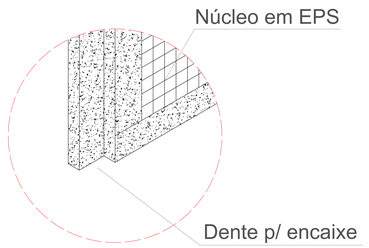
P 20

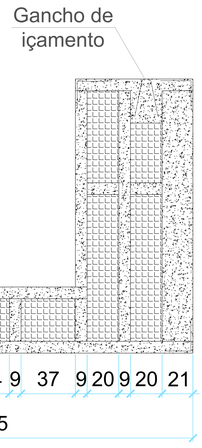


Espessura do
Painel 23



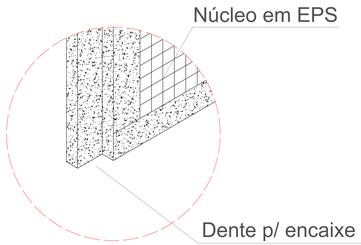
1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

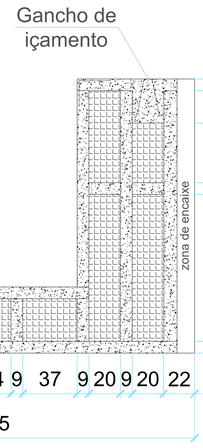






vista do painel
com espessura do
encaixe



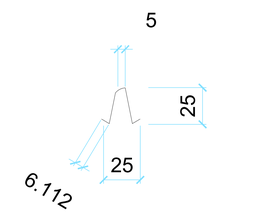




vista do painel
com espessura do
encaixe

FACE 02

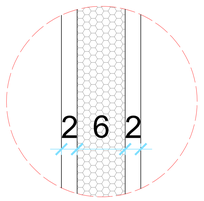
P 20



1Ø8.0 C=70 1Ø8.0 C=60

FACE 01

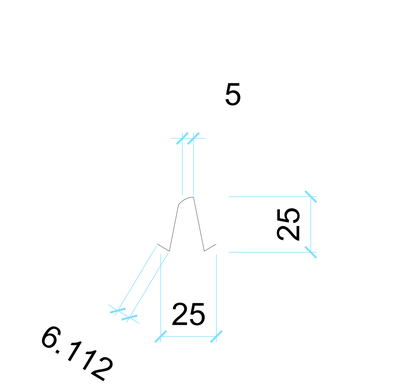
P 21



Espessura do
Painel 21

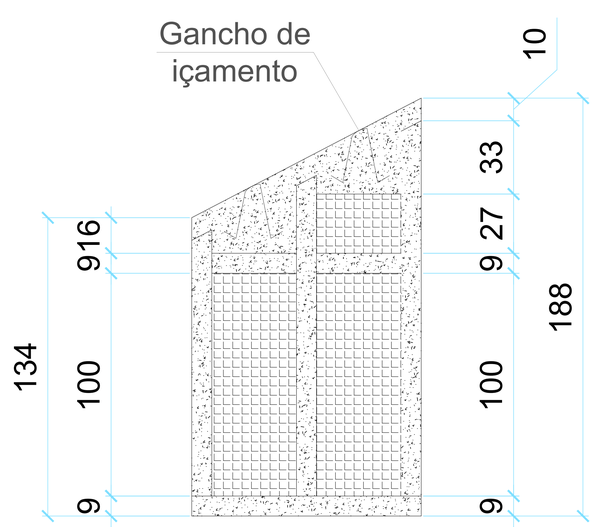
FACE 02

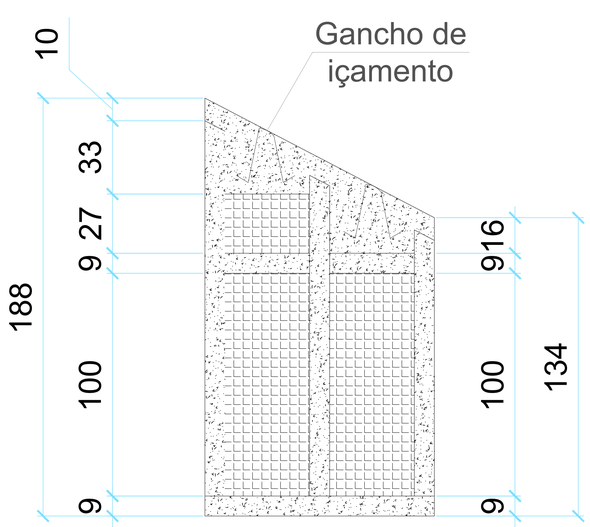
P 21

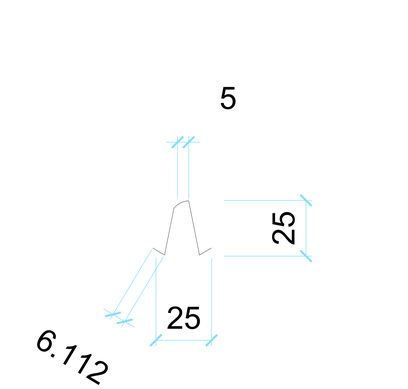


1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60





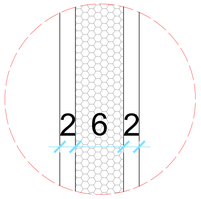


1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60

FACE 01

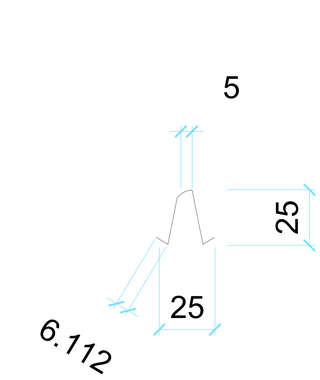
P 22



Espessura do
Painel 22

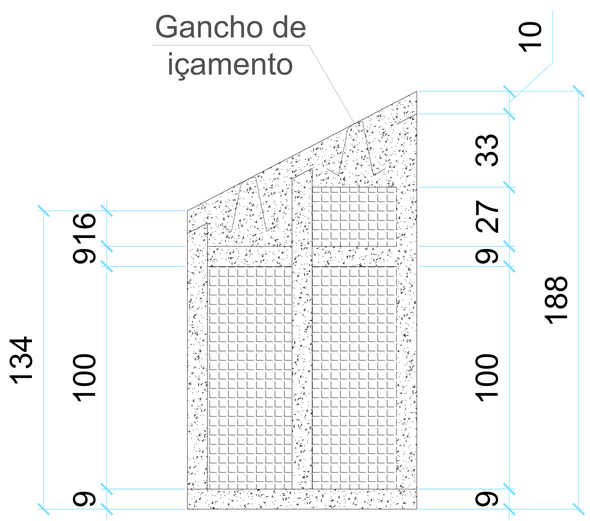
FACE 02

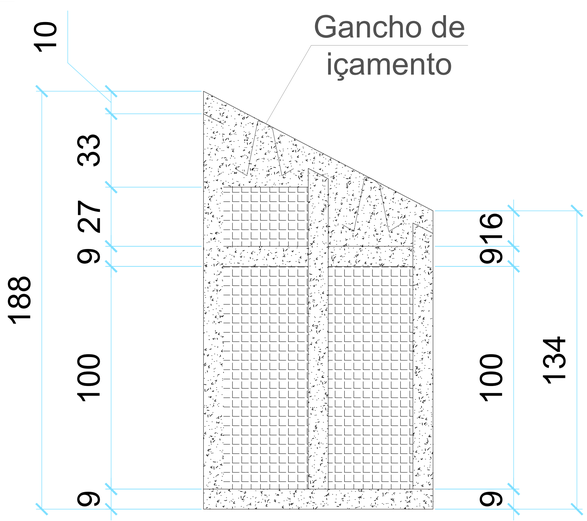
P 22

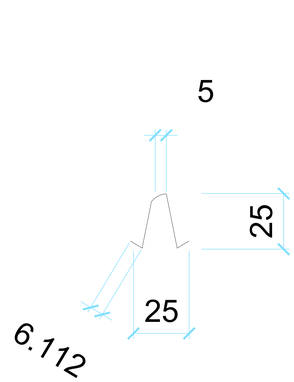


1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60





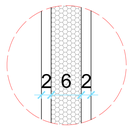


1Ø8.0 C=70

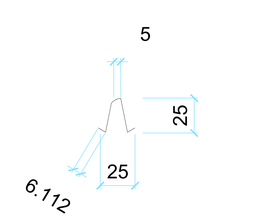
1Ø8.0 C=60

FACE 01

P 23

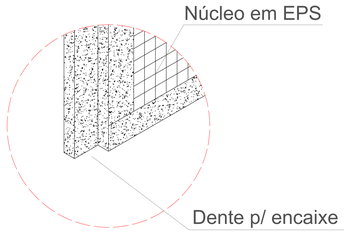


Espessura do
Painel 23

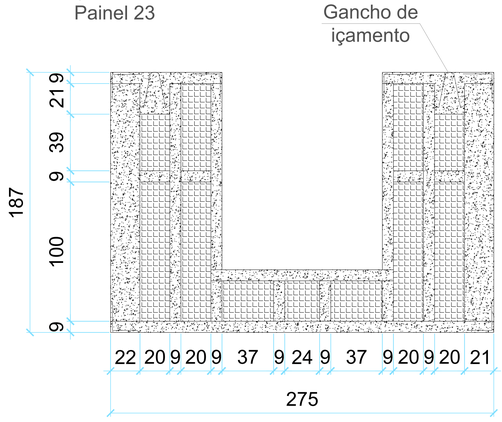


1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60



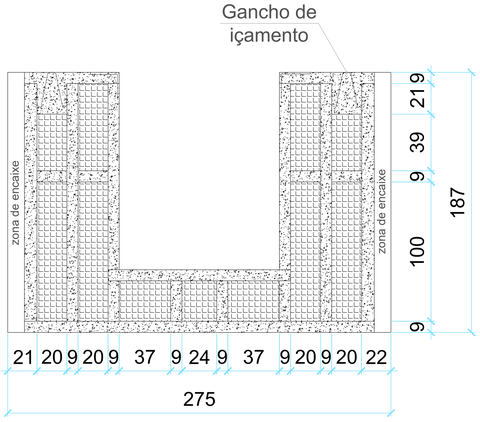
Gancho de
içamento

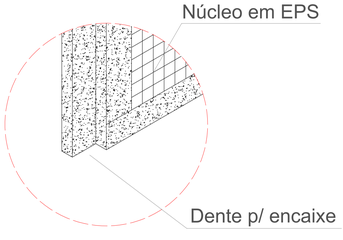




vista do painel
com espessura do
encaixe

Gancho de
içamento



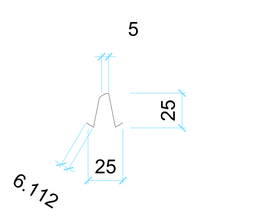




vista do painel
com espessura do
encaixe

FACE 02

P 23

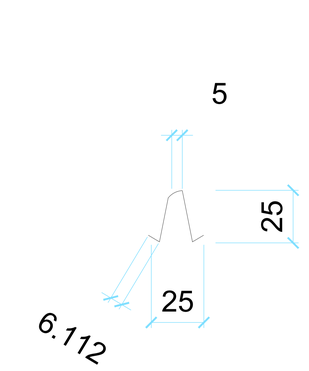


1Ø8.0 C=70

1Ø8.0 C=60

FACE 01

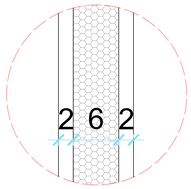
P 24



1Ø8.0 C=70



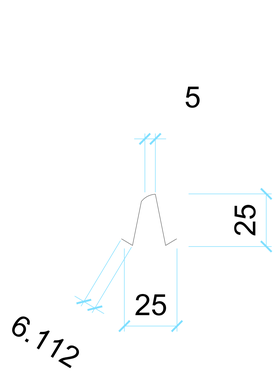
1Ø8.0 C=60



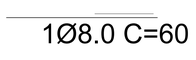
Espessura do Painel 24

FACE 02

P 24



1Ø8.0 C=70



1Ø8.0 C=60