

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Departamento de Arquitetura

ANDRÉ MOTTA FARIA

**PEÇAS PRÉ-FABRICADAS EM ARGAMASSA ARMADA PARA HABITAÇÃO
UNIFAMILIAR**

TAUBATÉ

2018

ANDRÉ MOTTA FARIA

**PEÇAS PRÉ-FABRICADAS EM ARGAMASSA ARMADA PARA HABITAÇÃO
UNIFAMILIAR**

Trabalho Final de Graduação apresentado ao Curso de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade de Taubaté, como requisito parcial para a obtenção do título de Arquiteto e Urbanista.

Orientador: Carlos Eugenio Monteclaro César Junior

Coordenador: Ediane Nadia Nogueira Paranhos Gomes dos Santos

TAUBATÉ

2018

Ficha catalográfica elaborada pelo
SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

F224p Faria, André Motta

Peças pré- fabricadas em argamassa armada para habitação unifamiliar./ André Motta Faria. - 2018.

54f. : il.

Monografia (graduação) - Universidade de Taubaté, Departamento de Arquitetura e Urbanismo.

Orientação: Prof. Me.Carlos Eugênio Monteclaro Cesar Júnior. Departamento de Arquitetura e Urbanismo.

1. Peças pré- fabricadas. 2. Habitação unifamiliar. 3. Argamassa armada. I. Título.

CDD – 693.54

Elaborada pela Bibliotecária (a) Angelita dos Santos Magalhães – CRB-8/6319

André Motta Faria

**PEÇAS PRÉ-FABRICADAS EM ARGAMASSA ARMADA PARA HABITAÇÃO
UNIFAMILIAR**

Trabalho Final de Graduação apresentado ao
Curso de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade
de Taubaté, como requisito parcial para a obtenção
do título de Arquiteto e Urbanista.

Orientador: Carlos Eugenio Monteclaro César
Junior

Coordenadora: Ediane Nadia Nogueira Paranhos
Gomes dos Santos

BANCA EXAMINADORA

Orientador Professor MS Carlos Eugenio César Monteclaro Junior

Professor [MS ou Dr] [-----]

UNITAU – Departamento de Arquitetura

Professor [MS ou Dr] [-----]

Convidado -

TAUBATÉ

2018

Dedico este trabalho ao meu pai Nelson, a minha mãe Valéria, ao meu irmão Vinicius, a minha madrasta Salete, e ao meu padrasto André.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me iluminar ajudando a concretizar este trabalho. A minha família por sempre me apoiar e incentivar, especialmente ao meu pai, Nelson Benedito Faria, que acreditou no meu sonho e proporcionou condições para que eu abstraísse o máximo de conhecimento ao longo desses anos.

Aos meus amigos de sala por toda experiência e momentos compartilhados. A minha companheira Ananda Ferreira de Souza por sempre me apoiar e incentivar em toda essa jornada. A todos professores e funcionários que me ajudaram durante todo o período do curso e neste trabalho, em especial, Ms. Carlos Eugênio Monteclaro Junior, por todo auxílio e experiências compartilhadas ao longo anos.

Agradeço a todos que participaram, direta ou indiretamente, para realização deste trabalho.

“ A arquitetura é a arte que determina a identidade de nosso tempo e melhora a vida das pessoas ”

Santiago Calatrava

RELAÇÃO DE FIGURAS

FIGURA 1 - A CÚPULA DE JENA, ALEMANHA 1992	12
FIGURA 2 - A CÚPULA DE JENA COM A VEDAÇÃO EM ARGAMASSA ARMADA, ALEMANHA 1992.....	12
FIGURA 3 - PALÁCIO DE EXPOSIÇÕES DE TURIM (1948)	13
FIGURA 4 – HOSPITAL SARAH KUBITSCHEK, SALVADOR.....	14
FIGURA 5 - PROCESSOS PARA PRÉ-FABRICAÇÃO.....	16
FIGURA 6 - PREPARAÇÃO DA FORMA E FIGURA 7 - TANQUE DE CURA.....	16
FIGURA 8 - PROCESSO DE DESFORMA.....	17
FIGURA 9 - PÁTIO DE ARMAZENAMENTO E FIGURA 10 - PALLET DE ARMAZENAGEM	17
FIGURA 11 - VISTA FACHADA FRONTAL – CASA VILA MATILDE.....	19
FIGURA 12 – PLANTA DO PAVIMENTO TÉRREO - CASA VILA MATILDE	20
FIGURA 13 - VISTA PÁTIO INTERNO – CASA VILA MATILDE.....	20
FIGURA 14 - FACHADA FRONTAL – CASA NA ALDEIA DA SERRA	21
FIGURA 15 - PAINÉIS DE ARGAMASSA ARMADA E LAJE NERVURADA – CASA DA ALDEIA DA SERRA.....	21
FIGURA 16 - VISTA FACHADA FRONTAL – CASA GERASSI	22
FIGURA 17 - PLANTA DO PAVIMENTO SUPERIOR – CASA GERASSI	23
FIGURA 18 - CROQUI DE PAULO MENDES DA ROCHA – CASA GERASSI	24
FIGURA 19 - CLARABOIA DO PAVIMENTO SUPERIOR – CASA GERASSI	24
FIGURA 20 - ESTUDO PARA BASE DE MONTANTE.....	27
FIGURA 21 - ESTUDO DA VIGA CALHA.....	28
FIGURA 22 - ESTUDO DO PILAR DRENANTE.....	28
FIGURA 23 - ESTUDO DOS PAINÉIS DE VEDAÇÃO.....	29
FIGURA 24 - ESTUDO DE CONEXÕES DO SISTEMA DE PEÇAS	29

SUMÁRIO

SUMÁRIO	X
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
1 INTRODUÇÃO	7
1.1 PROBLEMÁTICA	8
1.2 JUSTIFICATIVA	8
1.3 OBJETIVO.....	8
1.4 METODOLOGIA.....	9
2 CONSIDERAÇÕES SOBRE ARGAMASSA ARMADA	11
2.1 – PROCESSO DE PRÉ-FABRICAÇÃO	15
3 ESTUDOS DE CASO	19
3.1 CASA VILA MADALENA – TERRA E TUMA ARQUITETOS ASSOCIADOS...	19
3.2 CASA NA ALDEIA DA SERRA – MMBB ARQUITETOS ASSOCIADOS	20
3.3 CASA GERASSI – PAULO MENDES DA ROCHA	22
4 DESENVOLVIMENTO PARA PROPOSTA	26
4.1 CONCEITO	26
4.2 PARTIDO	26
4.3 PROGRAMA DE NECESSIDADES.....	26
4.4 PEÇAS	27
5 PROJETO	31
5.1 – MODULAÇÃO E MÉTODO DE CONSTRUÇÃO	31
5.2 – PROJETO MODELO.....	32
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
7 BIBLIOGRAFIA	47

FARIA, ANDRÉ MOTTA. **Peças Pré-fabricadas em Argamassa Armada para Habitação Unifamiliar**. UNITAU; 2018

RESUMO

A presente pesquisa está pautada no estudo e desenvolvimento de sistemas construtivos de elementos pré-fabricados a base de cimento “Portland”. Apresentamos o histórico da origem de elementos pré-fabricados em argamassa armada e decorre por estudos de casos, onde o sistema construtivo de pré-fabricados foi utilizado como solução arquitetônica. Devido ao déficit habitacional encontrado em nosso país, a pré-fabricação de peças voltadas a habitação unifamiliar é apresentada como uma alternativa ao sistema construtivo de alvenaria tradicional, sendo possível através destes elementos uma redução no custo da edificação e no tempo de execução da obra. Para exemplificação, foi desenvolvido um breve manual para execução do sistema proposto e os módulos foram aplicados a uma tipologia residencial. O projeto modelo foi desenvolvido através de um edifício virtual (BIM), que facilitou em sua organização e controle quantitativo das peças utilizadas. A pré-fabricação apresentou-se eficiente na produção de habitações unifamiliares e por seu intermédio foi possível um maior controle sobre o consumo de matéria prima e tempo de execução da obra.

Palavras-chave: Peças pré-fabricadas, habitação unifamiliar, argamassa armada.

ABSTRACT

The present research is based on the study and development of constructive systems of prefabricated elements based on "Portland" cement. It presents the history of the origin of prefabricated elements in armed mortar and it is based on case studies, where the prefabricated building system was used as an architectural solution. Due to the housing deficit found in our country, the prefabrication of pieces for single-family dwelling is presented as an alternative to the traditional masonry construction system. Through these elements a reduction in the cost of the building and in the time of execution of the work was presented as a possibility. As an exemplification, a brief manual was developed to execute the proposed system and the modules were applied to a residential typology. The model project was developed through a virtual building (BIM), which facilitated in its organization and quantitative control of the parts used. Prefabrication was efficient in the production of single-family dwellings and it was possible to observe a greater control over the consumption of raw material and time of execution of the work.

Keywords: Prefabricated parts, single-family housing, fer cement.

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A construção civil brasileira apresenta um grande déficit de mão-de-obra qualificada de acordo com a Câmara Brasileira da Indústria e Construção (Construção, 2017). Em uma pesquisa realizada pelo CAU/BR foi possível aferir que 85% da população economicamente ativa do Brasil, praticaram reformas ou edificaram sem o auxílio e supervisão de profissionais habilitados, o que ocasionaram inúmeros problemas relacionados à segurança e conforto nas edificações (CAU/BR, 2015).

Diante deste cenário o uso de elementos industrializados se torna uma alternativa para reduzir problemas relacionados à estrutura e conforto nas edificações (Hanai, 1992).

“É também indiscutível, no que concerne à construção de edifícios que sistemas leves como o da argamassa armada possibilitam sempre de forma relativamente econômica que se resolvam as questões do conforto ambiental interno num país de clima tropical como o Brasil.” (JOÃO FILGUEIRAS LIMA)

O sistema construtivo de pré-fabricados a base de cimento Portland foi disseminado no período pós Segunda Guerra Mundial, principalmente na Europa, devido à necessidade de reconstrução em grande escala (Ordonéz, 1974). O uso de pré-fabricados delgados como, por exemplo, a argamassa armada teve grande importância para o Brasil nas décadas de 80 e 90 (Campos, 2014). Ainda, segundo Campos (2014), o advento das grandes fábricas de sistemas e componentes construtivos empregando a argamassa armada nas décadas de 80 e 90, representa uma das experiências mais relevantes e reconhecidas no campo da industrialização da construção no país, quase única em termos internacionais.

João Filgueiras Lima, conhecido como Lelé, foi um dos pioneiros a utilizar pré-fabricados delgados, assim como outras técnicas, em projetos institucionais e de habitações multi-familiares. A característica de leveza proporcionada pela pequena espessura da peça faz com o uso da argamassa armada seja eficiente.

A indústria nacional de pré-fabricados atualmente está presente em sua maior parte em obras de grande porte, como por exemplo, edifícios comerciais, edifícios industriais, hotéis, segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP

(2005). Para o uso em habitações unifamiliares e projetos de pequeno porte, esta técnica construtiva não é muito utilizada.

A presente pesquisa tem como objetivo estudar e desenvolver peças pré-fabricadas a base de cimento Portland, utilizando da técnica da argamassa armada, para aplicação em habitações unifamiliares e projetos de pequeno porte. O uso desses elementos visa também à redução do custo e do tempo de edificação. Além disso, reduz a geração de resíduos da construção, transformando-o em um canteiro seco. A pesquisa também irá abranger a avaliação do conforto ambiental proporcionado pelos elementos pré-fabricados de forma comparativa com a técnica da alvenaria tradicional empregada atualmente.

1.1 PROBLEMÁTICA

No Brasil é frequente a prática de construção civil sem o acompanhamento técnico, além do longo prazo para edificar obras e o país possuir um déficit de habitações unifamiliares.

1.2 JUSTIFICATIVA

O uso dos pré-fabricados como sistema construtivo, favorece a produção de habitações unifamiliares em escala, ainda permite a redução no tempo de edificação e no custo das obras. Estes elementos também contribuem para diminuir a geração de resíduos na obra. As peças pré-moldadas são uma alternativa nas construções sem acompanhamento técnico, o uso de um elemento estrutural produzido dentro das normas técnicas brasileiras reduz os índices de incidentes técnicos presente nas autoconstruções.

1.3 OBJETIVO

A presente pesquisa tem como objetivo estudar e desenvolver peças pré-fabricadas a base de cimento Portland, através do sistema da argamassa armada, voltadas para habitações unifamiliares.

1.4 METODOLOGIA

O sistema construtivo da argamassa armada à base de cimento Portland foi escolhido para o desenvolvimento de peças pré-fabricadas. As peças serão projetadas de acordo com NBR 11.173 (Projeto de execução de argamassa armada). No processo de criação das peças pré-fabricadas será considerada a viabilidade de produção das formas, assim como, o manuseio, armazenamento e transporte das peças terá como base a NBR 9062 (Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado).

As fases para a elaboração desta pesquisa para o trabalho final de graduação foram:

- Coleta de dados: Levantamento bibliográfico, consulta as NBR's necessárias e estudos de casos;
- Estudo para desenvolvimento das peças pré-fabricadas;

2 CONSIDERAÇÕES SOBRE ARGAMASSA ARGAMA

2 CONSIDERAÇÕES SOBRE ARGAMASSA ARMADA

“Historicamente, as origens da argamassa armada remontam a 1848, quando Joseph Louis Lambot desenvolvia na França o que chamava de “um aperfeiçoado material de construção a ser usado como substituto da madeira em construções navais e arquitetônicas e também para finalidades domésticas, onde a umidade deve ser evitada”, como definiria a patente requerida em 1856.” (JOÃO BENTO DE HANAI)

Segundo Hanai (1992) argamassa armada se define como, “um tipo particular de concreto armado, composto por argamassa de cimento e agregado miúdo e armadura difusa, em geral constituída de telas de aço de pequena abertura, distribuídas em toda a seção transversal da peça”. Para a produção da argamassa são necessários: cimento Portland composto com adição escória granulada de alto forno de resistencia 32, CII-E 32 caracterizado segundo a NBR 11578 (ABNT, 1991), pó de pedra e água. O termo utilizado no Brasil “argamassa armada” foi escolhido pelos professores Dante Martinelli e Frederico Schiel para nomear o material inspirado no *ferrocemento* de Pier Luigi Nervi. (Trigo, 2009).

O termo pré-fabricado se define como, um elemento que é executado fora do local de utilização definitivo da estrutura, produzido em usina ou instalações análogas, que disponham de pessoal e instalações laboratoriais permanentes para o controle de qualidade, que deve abranger pelo menos as seguintes etapas de produção: fôrmas, armadura, mistura e lançamento do concreto, armazenamento, transporte e montagem (RODRIGUES, 1991 apud TRIGO, 2009).

A origem da argamassa armada remonta o período do ano de 1856. Após a iniciativa de Joseph Louis Lambot de utilizar elementos pré-fabricados em meados do séc XIX, que era voltada a projetos de barcos e pequenos artefatos a pesquisa sobre aplicações e desenvolvimento da técnica construíva ficou estagnada durante quase 100 anos (Hanai, 1992, p. 19).

Em 1922 foi executada pela Dyckerhoff & Widmann a primeira cúpula geodésica do mundo onde a argamassa armada foi utilizada como material de vedação.



Figura 1 - A Cúpula de Jena, Alemanha 1992
Fonte: Construções de Argamassa Armada, pág. 21.

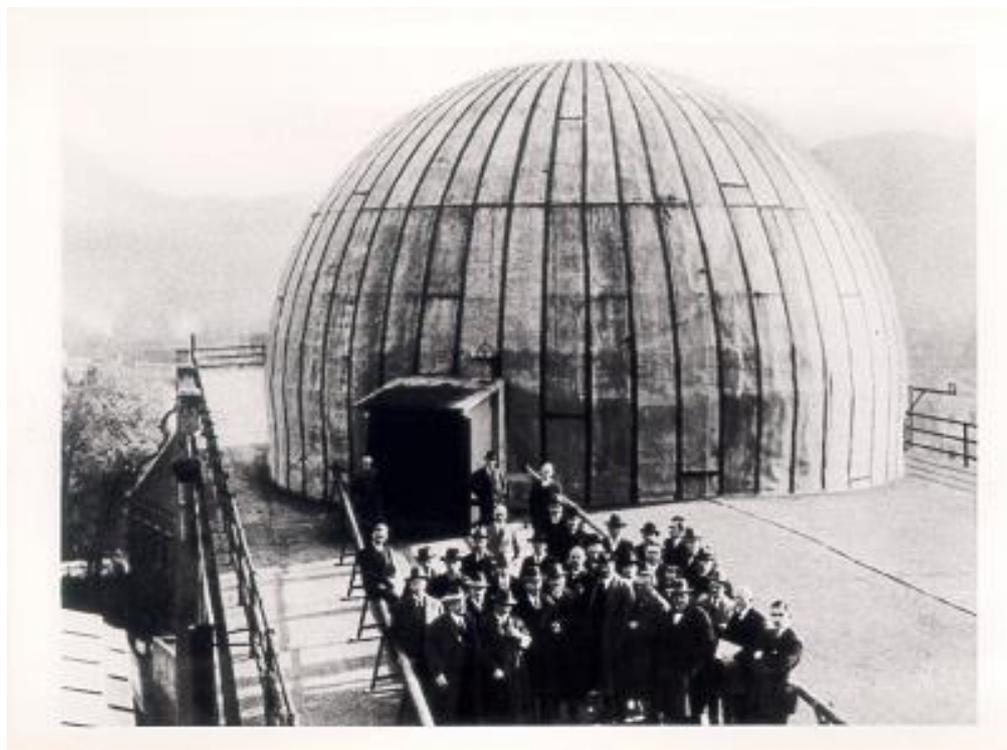


Figura 2 - A cúpula de Jena com a vedação em argamassa armada, Alemanha 1992.
Fonte: Via Domos Geodésicos

A argamassa armada tomou lugar do gesso, em quanto elemento de vedação da estrutura à base de telas de aço doce, devido à dificuldade de impermeabilização do material (Hanai, 1992, p. 21).

Pier Luigi Nervi (1891-1980), engenheiro italiano, foi um dos maiores contribuidores para o desenvolvimento técnico da argamassa armada. Em meio à segunda guerra mundial, Nervi, realizou experiências com o ferro-cimento, o aplicando principalmente em embarcações (Hanai, 1992, p. 21).



Figura 3 - Palácio de exposições de Turim (1948)
Fonte: Via Pinterest

A cobertura do palácio de Turim é uma das mais belas obras da aplicação da argamassa armada, e impressiona pela leveza e solidez da estrutura. A cobertura vence um vão total de 95,10 m, possui aberturas que permitem a passagem de luz natural, e que proporciona uma maior sensação de leveza. (Hanai, 1992, p. 24)

No Brasil, João Filgueiras Lima, mais conhecido como Lelé, imprimiu à tecnologia da argamassa armada em uma grande escala para suprir a demanda de equipamentos públicos e urbanos na década de 80 e 90, principalmente nas cidades de Brasília, Rio de Janeiro e Salvador (Hanai, 1992). Seu trabalho com argamassa armada teve uma grande significância para o país devido à qualidade arquitetônica e as inovações tecnológicas para a época (Hanai, 1992, p. 57).



Figura 4 – Hospital Sarah Kubitschek, Salvador
Fonte: Via Archdaily

O projeto do hospital Sarah Kubitschek foi desenvolvido por Lelé em 1994, o shed¹ metálico da forma ao projeto, e possuem uma função fundamental para o alcance do conforto ambiental na edificação. Nesses elementos foram implementados brises² que, permitem a iluminação difusa do ambiente e a renovação do ar solucionando problemas de salubridade. Os elementos vazados multicores foram produzidos em argamassa armada (Archdaily, 2012).

¹ O termo inglês significa alpendre, mas no Brasil, é designado a telhados com um formato curvo ou chanfrado que favorecem a iluminação e ventilação natural.

² Brise é um elemento arquitetônico em forma de placas horizontais ou verticais, aplicados em fachadas de edifícios para barrar a incidência solar direta.

Prof. Dr. Eng. João Bento de Hanai, nascido em Araraquara foi também um grande contribuídor para o desenvolvimento do sistema construtivo de pré-fabricados de argamassa armada para o Brasil (Hanai, 1992). Em 1983 a ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) com o apoio de Hanai iniciou um trabalho de divulgação da técnica, a princípio de caráter informativo (Hanai, 1992, p. 64). Já em 1989 a norma NBR³ 11.173 foi aprovada em âmbito nacional (Hanai, 1992, p. 65). Hanai escreveu o livro intitulado Construções de Argamassa armada – Fundamentos Tecnológicos para Projeto e Execução em 1992 e atualmente é professor titular da Universidade de São Paulo e da Universidade de São Carlos, onde continua sua pesquisa sobre argamassa armada.

2.1 – PROCESSO DE PRÉ-FABRICAÇÃO

A distinção entre pré-moldados e pré-fabricados se dá devido a diferença no controle de qualidade durante o processo de pré-fabricação. O elemento intitulado de pré-fabricado é exposto a diversos testes e controle de qualidade não requeridos nas peças pré-moldadas. (RODRIGUES,1991 apud TRIGO, 2009)

O processo de pré-fabricação tem início na organização da oficina onde serão desenvolvidas as peças. A disposição correta da oficina faz com que o modo de produção seja mais fluido e eficiente. (Trigo, 2009, p. 51)

O fluxo de produção de componentes pré-fabricados (El DEBS,2000 apud TRIGO, 2009) divide a produção em três principais processos : Atividades preliminares,

³ NBR é a sigla para Norma Brasileira aprovada pela Associação Brasileira de normas Técnicas.

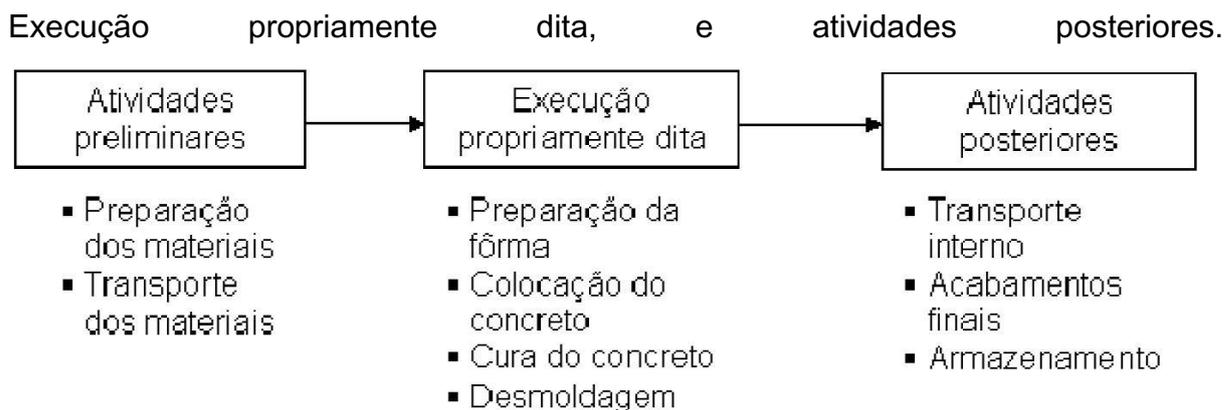


Figura 5 - Processos para Pré-fabricação
 Fonte: EL DEBS, 2000 apud TRIGO, 2009 (p.53).

Relativo ao primeiro processo, toda matéria prima necessária é preparada e transportada até a área de moldagem das peças. A execução consiste na preparação da forma (Fig.6); concretagem do molde; após concretada as peças são movidas até os tanques de água para dar início ao processo de cura das peças (Fig.7). A cura é realizada através da submersão da peça em água a 60°C e sem utilização de aditivos aceleradores de pega pelo período mínimo de quatro horas. O procedimento de desforma ocorre com a peça recém saída do tanque, ainda quente, afim de, facilitar a desforma (Fig.8). Após a execução da peça é necessária atenção no transporte interno da peça até de controle de qualidade e acabamentos finais. O último procedimento é o armazenamento para estocagem e transporte externo (Fig.9). As peças devem ser empilhadas horizontalmente sendo a altura máxima apontada nos cálculos previamente realizados (Fig.10).



Figura 6 - Preparação da Forma e Figura 7 - Tanque de Cura
 Fonte:TRIGO, 2009.



Figura 8 - Processo de Desforma



Figura 9 - Pátio de Armazenamento e Figura 10 - Pallet de Armazenagem

3 ESTUDOS DE CASO

3 ESTUDOS DE CASO

3.1 CASA VILA MADALENA – TERRA E TUMA ARQUITETOS ASSOCIADOS

O projeto desenvolvido pelo escritório Terra e Tuma arquitetos associados chama atenção devido à limitação financeira para execução da obra e a solução apresentada. O escritório optou pelo uso elementos pré-fabricados e pelo caráter brutalista de exposição dos materiais.



Figura 11 - Vista fachada frontal – Casa Vila Matilde
Fonte: Via Archdaily

O terreno possui cinco metros de fachada por vinte e cinco metros de comprimento. O programa se divide em sala, lavabo, cozinha, área de serviço e suíte no térreo a fim de atender a demanda da moradora. As lajes alveolares pré-moldadas de concreto armado foram apoiadas na extremidade dos muros laterais e possuem função de laje cobertura do pavimento térreo, assim como, laje de piso para o terraço. O uso das lajes pré-moldadas e do uso de blocos aparentes viabilizaram a redução do custo e também o tempo de execução da obra.

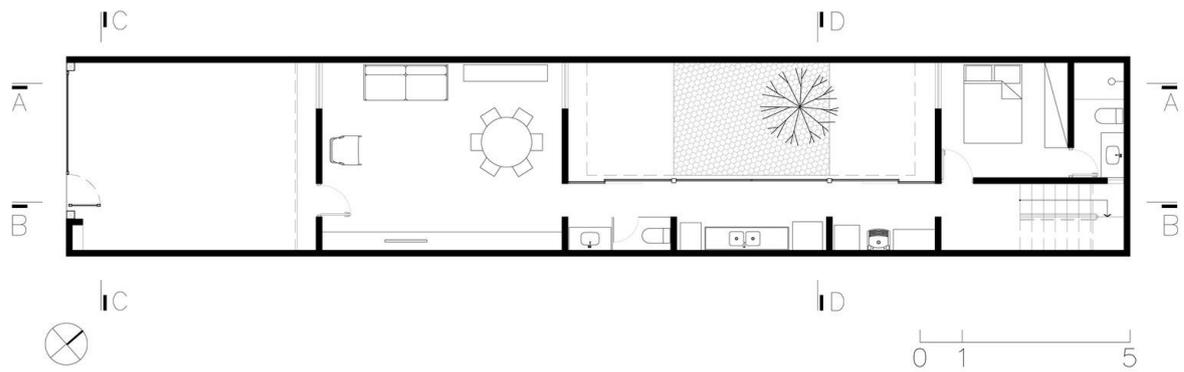


Figura 12 – Planta do pavimento térreo - Casa Vila Matilde
Fonte: Via Archdaily

Ao centro da casa, o pátio cumpre a função de iluminar e ventilar a habitação. Está área serve também como extensões da cozinha e da área de serviço. No piso superior foram projetadas uma suíte e uma horta anexadas ao terraço.



Figura 13 - Vista pátio interno – Casa Vila Matilde
Fonte: Via Archdaily

3.2 CASA NA ALDEIA DA SERRA – MMBB ARQUITETOS ASSOCIADOS

A casa ocupa um lote de vinte metros de frente por quarenta metros de profundidade e um desnível de oito metros. Apoiada em quatro pilares a residência se eleva do chão.



Figura 14 - Fachada frontal – Casa na Aldeia da Serra
Fonte: Via Archdaily

A laje nervurada de concreto armado foi produzida com fôrmas plásticas de módulo 90x90 centímetros, todas as paredes da casa foram feitas com painéis de argamassa armada e todos os vidros são livres de caixilhos.



Figura 15 - Painéis de argamassa armada e laje nervurada – Casa da Aldeia da Serra
Fonte: Via Archdaily

3.3 CASA GERASSI – PAULO MENDES DA ROCHA

A Casa Gerassi foi concebida para romper dois preconceitos da construção pré-fabricada: um que destinado para pessoas de baixa renda, porque padroniza e limita o projeto; e dois, que é para grandes construções, como estádios e pontes, porque leva implícito grandes vãos e eficiência construtiva. Foi utilizada uma estrutura pré-fabricada de concreto armado protendido.



Figura 16 - Vista fachada frontal – Casa Gerassi
Fonte: Via Archdaily

A casa se desenvolve num pavimento superior. O nível térreo é livre, uma grande área de lazer, com somente os volumes da escada e de apoio à piscina interrompendo a total abertura dessa área.

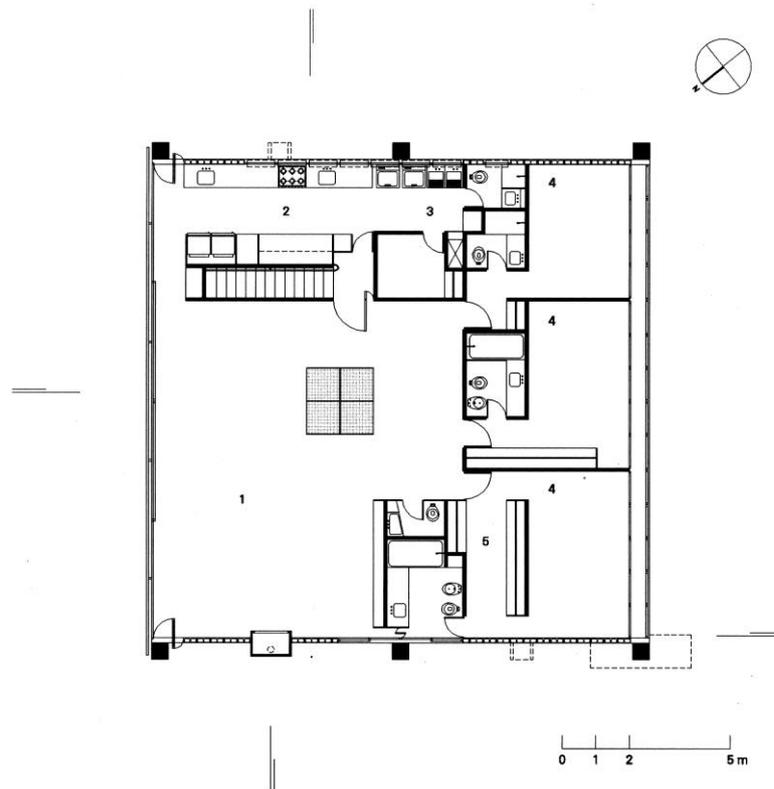


Figura 17 - Planta do pavimento superior – Casa Gerassi
Fonte: Via Archdaily

Não há corredores, os três dormitórios em suítes têm suas portas diretamente a esse salão. Enquanto este tem suas vistas a nordeste, os dormitórios dão para sudoeste. A cozinha e área de serviço são na lateral ao salão principal, separada deste pela escada, também iluminada zenitalmente. Está estruturada em seis pilares de seção quadrada dispostos nas laterais do edifício. Conformando o piso do pavimento principal da casa, três vigas transversais unem em pares os pilares, que já levam moldado consigo os apoios para elas. Outras três vigas, acima e alinhada as primeiras, estruturam a laje de cobertura. Lateralmente, outras oito vigas unem em pares as extremidades das demais vigas. Os pilares ficam, assim, visualmente destacados do volume do edifício. Um dos pilares das esquinas posteriores da casa eleva-se para receber um volume cúbico da caixa d'água. A estrutura principal da residência foi montada em apenas dois dias.

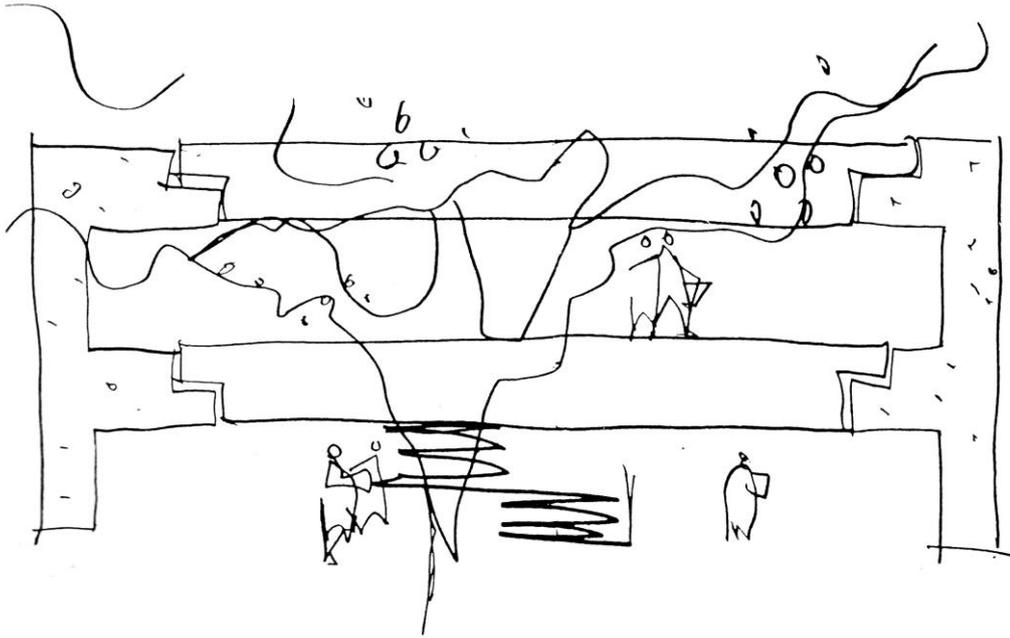


Figura 18 - Croqui de Paulo Mendes da Rocha – Casa Gerassi
Fonte: Via Archdaily

No croqui é possível compreender o objetivo do arquiteto de criar um grande vão possibilitando uma planta livre.



Figura 19 - Claraboia do pavimento superior – Casa Gerassi
Fonte: Via Archdaily

A casa se desenvolve ao redor de uma claraboia quadrada e seu respectivo dreno, disposto como um gradil horizontal ao meio do salão de estar e jantar, que entra em consonância com os ladrilhos hidráulicos que compõe o piso.

4 DESENVOLVIMENTO PARA A PROPOSTA

4 DESENVOLVIMENTO PARA PROPOSTA

4.1 CONCEITO

O conceito da pesquisa, parte do princípio de desenvolver peças para habitações, que possam ser produzidas em pequenas fábricas locais, que já atuam com a produção de elementos em concreto armado, como por exemplo, fábricas de manilhas, bloquetes e mourões. Para que os elementos desenvolvidos sejam disseminados, o objetivo é utilizar instalações já existentes para a fabricação das peças, sem a necessidade de implantar uma fábrica específica. O uso de um lugar adaptado para a produção destes elementos, demanda que os perfis das peças sejam mais simplificados, visando, diminuir a dificuldade do processo de desforma, armazenamento e transporte. Com a simplificação dos perfis, é possível garantir a qualidade das peças e do processo de pré-fabricação, porém, sem perder a função estrutural e a qualidade arquitetônica.

4.2 PARTIDO

A argamassa foi definida como partido estrutural, devido a sua capacidade física de resistência, que possibilita a produção de peças delgadas leves, com espessura média de 2,5cm conforme a NBR 11.173. O desenho da peça tem um papel importante para consolidar a rigidez e resistência dos componentes. Em relação ao conforto ambiental, o sistema de painéis fixados a montantes permite o preenchimento do vazio formado, para aplicação de um isolante térmico ou acústico de acordo com o clima. Além disso, outro fator que determinou a escolha de pré-fabricados como sistema construtivo é a infinita possibilidade de desenvolver peças específicas para cada situação.

4.3 PROGRAMA DE NECESSIDADES

O programa de necessidades para a pesquisa compreende os elementos estruturais e de vedação da superestrutura e infraestrutura:

- Pilar
- Viga

- Montante horizontal
- Montante vertical
- Painel de vedação
- Cálice de fundação
- Placa de cobertura
- Placa de piso
- Verga e contra-verga

4.4 PEÇAS

As peças estudadas e em desenvolvimento são aparadas pela NBR 11.173 (Projeto e execução argamassa armada). O objetivo específico é trabalhar com peças que possam ser manuseadas no canteiro de obras sem a necessidade da utilização de guindaste. A funcionalidade dos elementos e a viabilidade de manutenção dos sistemas complementares da edificação (elétrica, esgoto, hidráulica) serão também determinantes para o desenho dos componentes.

O sistema de drenagem da cobertura será realizado por dentro dos pilares, os componentes hidráulicos serão fixados nos montantes, entre os painéis de vedação. A tubulação do esgoto irá percorrer abaixo das placas de argamassa armada que atua como laje de piso. Já o sistema elétrico será embutido entre os painéis de vedação, assim como, entre o vão das placas de cobertura.

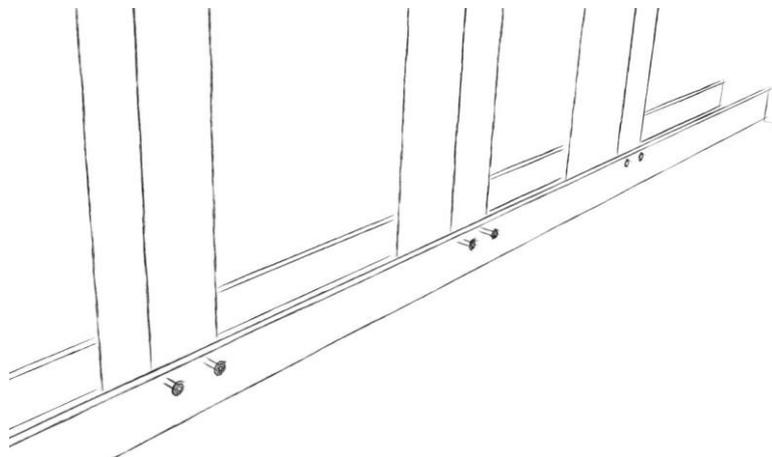


Figura 20 - Estudo para base de montante
Fonte: Desenvolvido pelo autor

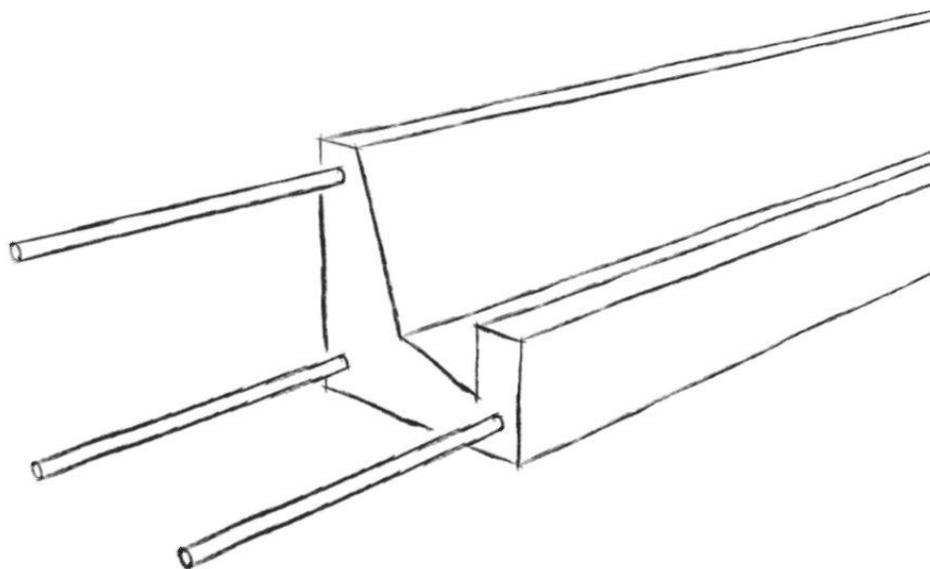


Figura 21 - Estudo da viga calha
Fonte: Desenvolvido pelo autor

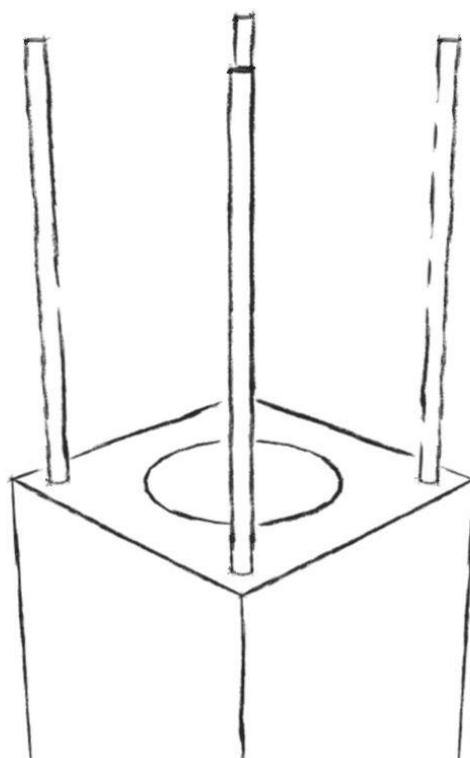


Figura 22 - Estudo do pilar drenante
Fonte: Desenvolvido pelo autor

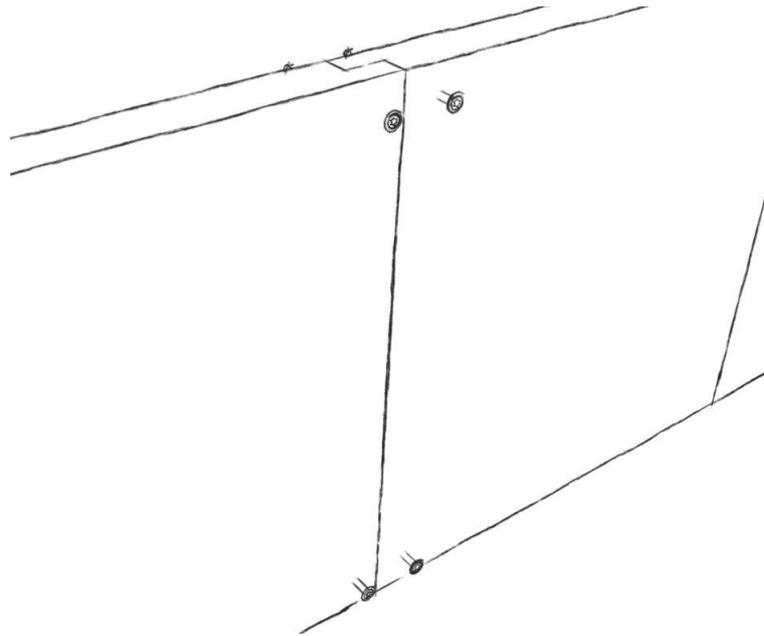


Figura 23 - Estudo dos painéis de vedação
Fonte: Desenvolvido pelo autor

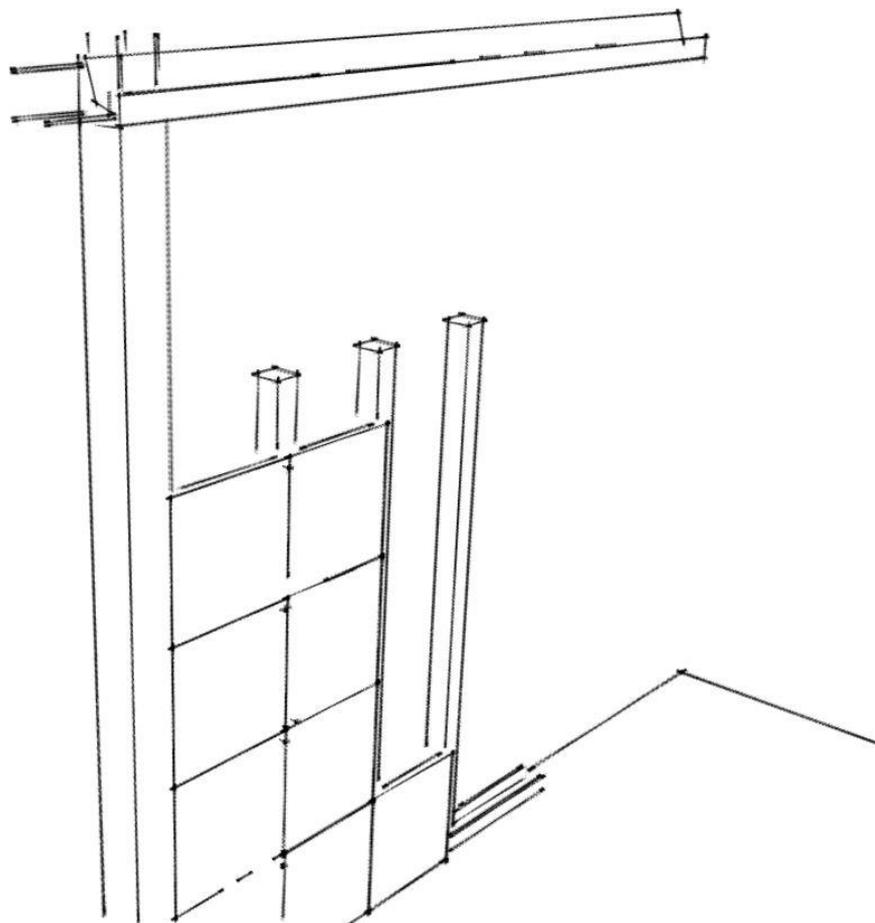


Figura 24 - Estudo de conexões do sistema de peças
Fonte: Desenvolvido pelo autor

5 PROJETO

5.1 – MODULAÇÃO E MÉTODO DE CONSTRUÇÃO

Após os estudos realizados, foi definido a dimensão de 60cm de comprimento por 40cm de largura para as placas de vedação e de piso. Os módulos consequentes foram desenhados a partir do módulo das placas, sendo sempre preservada as medidas mínimas impostas pela norma padrão. Para o desenvolvimento das formas, a proposta é que sejam extrusivas com travas definidas pelo módulo padrão de 60x40cm, afim de facilitar e agilizar a produção. Todo sistema hidráulico e elétrico deve ser previsto antes da produção dos elementos para que a tubulação necessária seja passada na execução da peça.

Para execução do sistema construtivo proposto, inicialmente, é realizado locação dos eixos dos pilares de acordo com o projeto. Após é realizada a abertura do terreno para aplicação das brocas ou estacas, a infraestrutura de estaqueamento deverá ser de acordo com a necessidade imposta pelo solo. Uma sapata será concretada junto ao cálice de fundação sobre o arranque das estacas. Finalizada a infraestrutura um bloco conector é encaixado em cada cálice de fundação. As vigas baldrame são posicionadas e travadas nos blocos conectores, toda tubulação de piso do pavimento térreo é locada e transpassada. Após, os pilares são fixados sobre os blocos que fazem a conexão, e se necessário é dada continuidade na tubulação proveniente da viga baldrame; os montantes verticais para fixação das placas de vedação são travados na viga baldrame. São colocados blocos conectores sobre os pilares e a viga de amarração é posicionada e fixada entre os pilares.

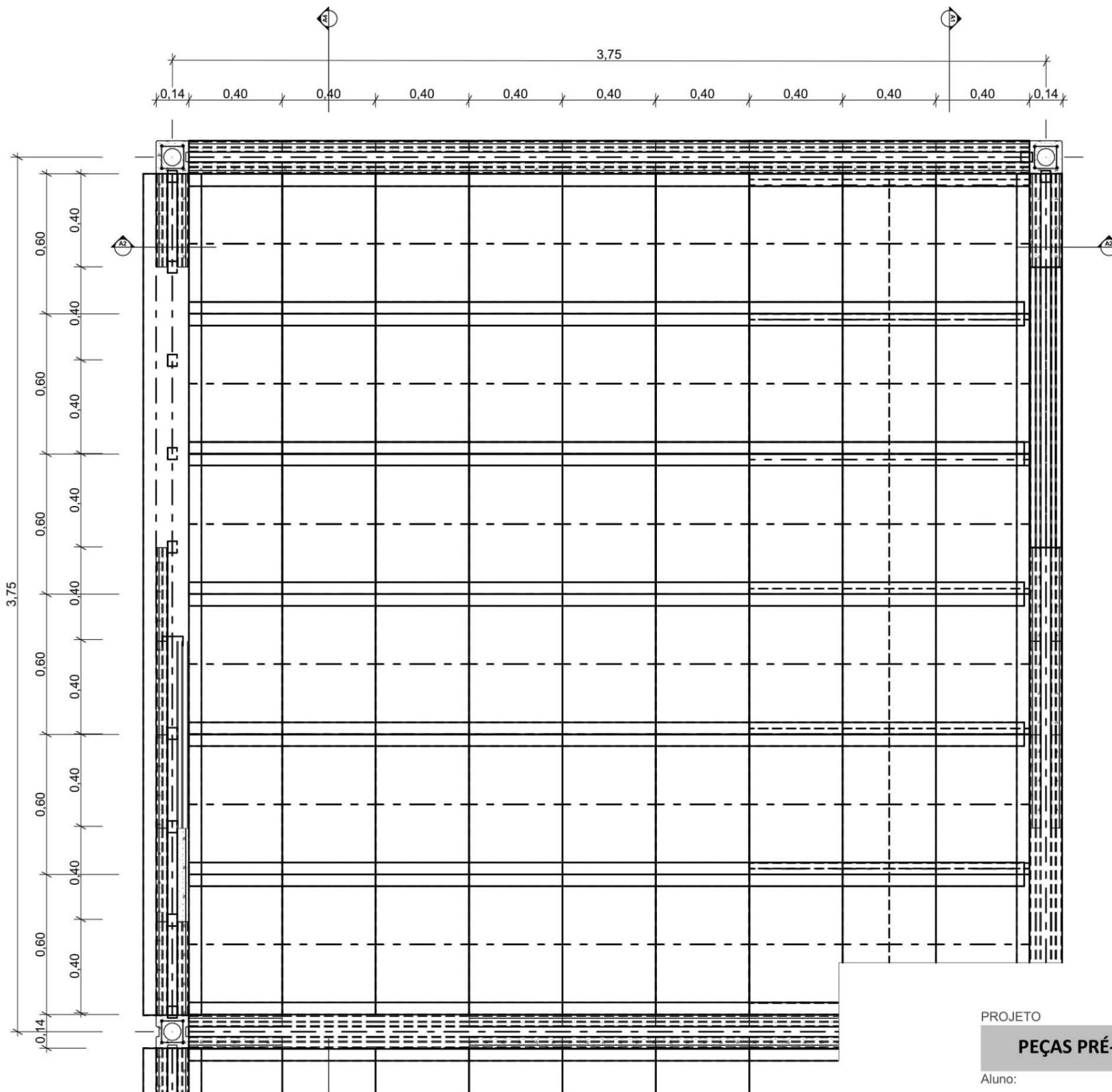
Com o esqueleto da estrutura montado, as calhas de sustentação das placas de piso são locadas e fixadas na viga baldrame; as placas de piso são posicionadas sobre as calhas. Após o piso montado, é iniciado a aplicação das placas de vedação, devem ser posicionadas no sentido vertical e fixadas com parafusos em suas extremidades laterais nos montantes verticais. A última placa de vedação deve ser colocada de baixo para cima, para que seja feito o encaixe com a viga de amarração. Onde há

presença de aberturas, as placas devem ser posicionadas até a altura desejada do peitoril, então, é aplicada a contra-verga e os montantes de acabamento lateral, que atuam como vergas verticais, após e colocada a verga e dada a continuidade nos painéis de vedação. As placas de cobertura são apoiadas sobre a viga de amarração, nesse momento, toda fiação e tubulação que ficará entre o forro é passada. Para que o pavimento seja finalizado, é aplicado novamente a placa de piso sobre a viga de amarração. Um novo pavimento também pode ser iniciado seguindo os passos anteriores.

A cobertura pode ser realizada com o sistema de tesoura tradicional aplicado sobre a estrutura existente; uma platibanda pode ser construída sobre a viga baldrame, e uma impermeabilização pode ser feita sobre as placas de piso transformando a “laje” de cobertura em um terraço-jardim.

5.2 – PROJETO MODELO

Para exemplificação do sistema construtivo, foi considerado um terreno genérico com a topografia plana, de dimensões de 8,0m de largura por 25m de comprimento, sendo preservado o recuo lateral de 1,5m e frontal de 6,5m. O projeto de 85m², compreende: um módulo de estar, dois módulos hidráulicos, um módulo dormitório, um módulo de transição e um módulo de suíte, que podem ter sua posição alternada. Para o acabamento final, os revestimento e pintura podem ser aplicados diretamente sobre as placas.



MODULAÇÃO
Escala: 1:20

Aço CA - 60

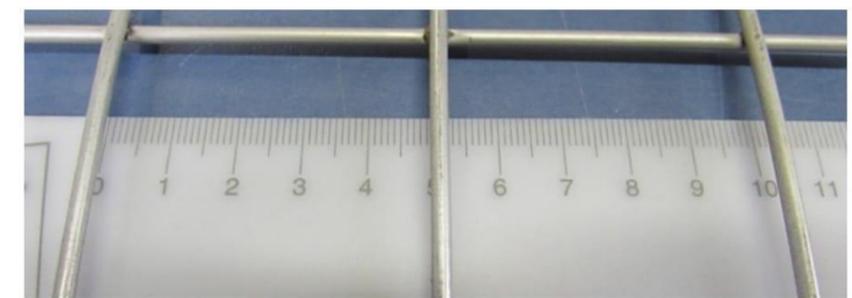
Tensão de Escoamento
60 Kgf/mm² ou 600 MPa
Concreto Armado



Principais Características:

Superfície lisa
Trefilação fio a fio

ABNT NBR 7480:2007



TELA SOLDADA GALVANIZADA 50X50mm FIO 2,75mm

PROJETO

PEÇAS PRÉ-FABRICADAS EM ARGAMASSA ARMADA PARA HABITAÇÃO UNIFAMILIAR

Aluno:
André Motta Faria

Orientador:
Carlos Eugênio Monteclaro Cesár Junior

FASE PROJETO
TFG

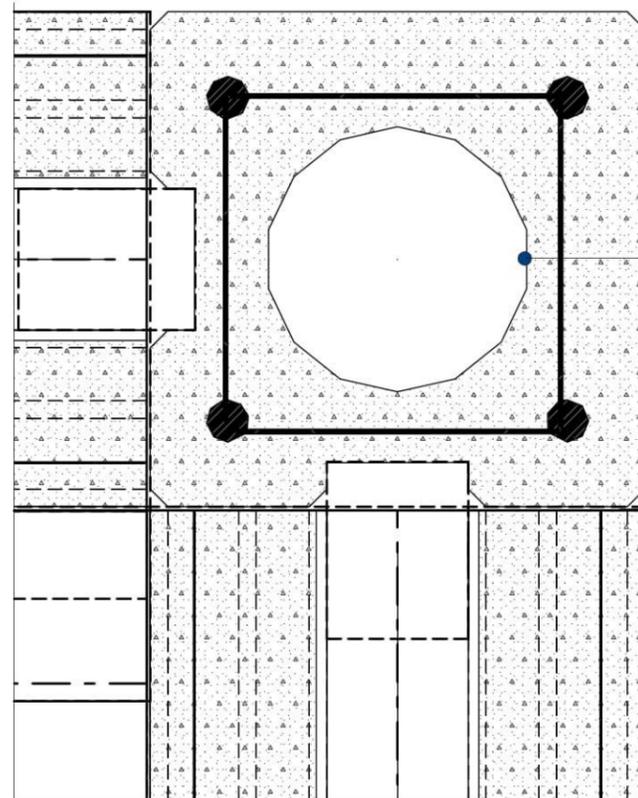
ESCALA
INDICADA

DATA
27/11/2018
FOLHA

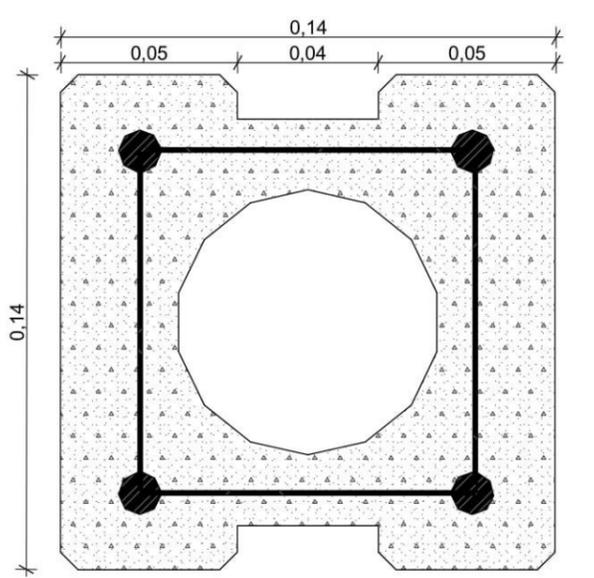
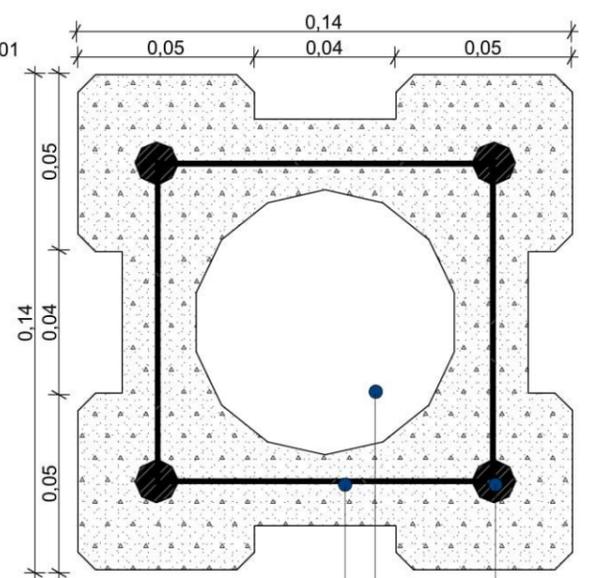
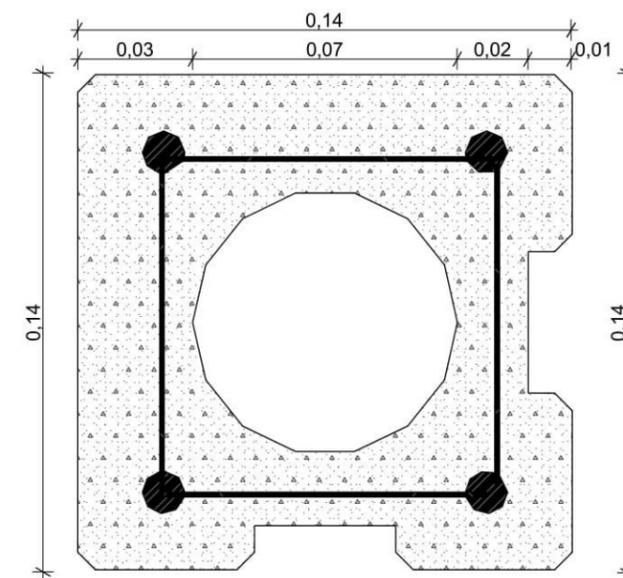
CONTEÚDO

Modulação / Materiais

01



PILAR DRENANTE
Escala: 1:2



PILARES - PLANTA BAIXA
Escala: 1:2

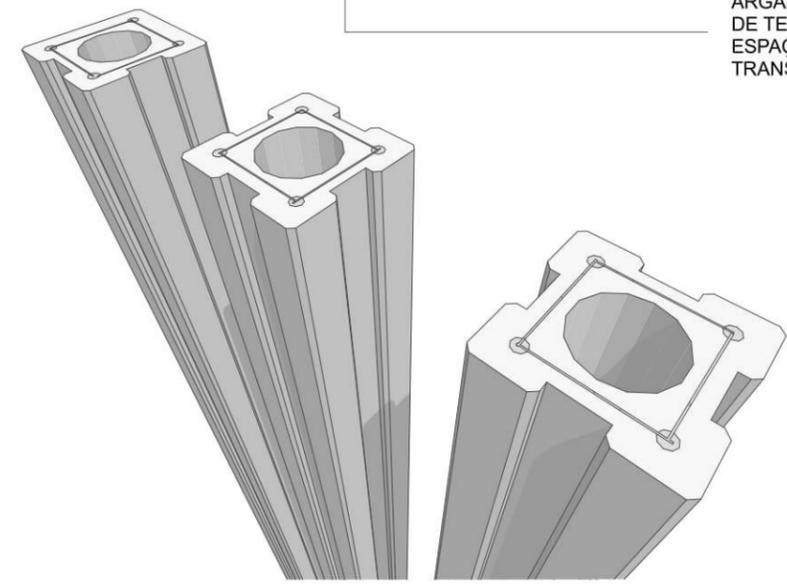
TUBO DE PVC
75mm

JUNTA DE
ACOMODÇÃO

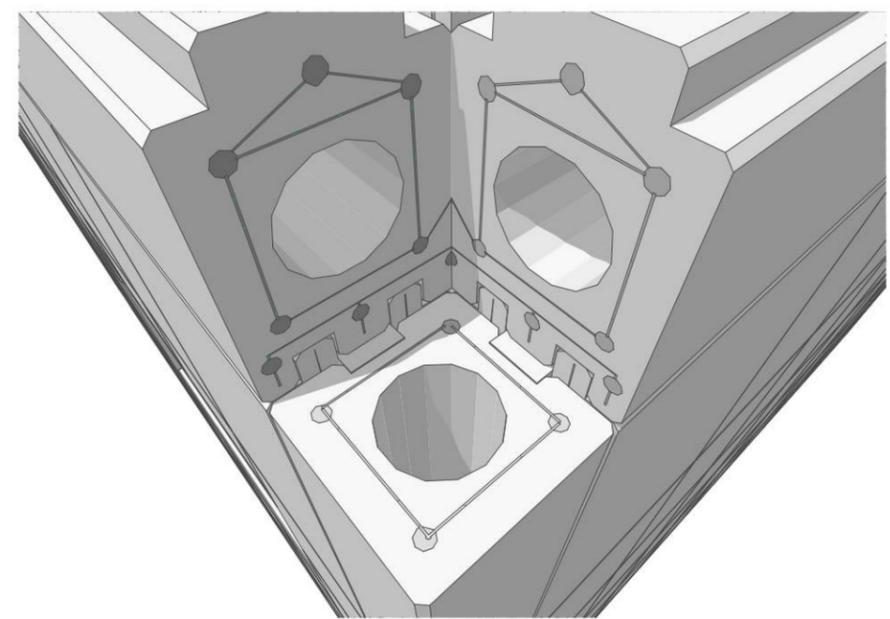
AÇO CA-60
8mm

ARGAMASSA ARMADA C/ ARMADURA
DE TELA SOLDADA 2,75mm - C/
ESPAÇAMENTO 50mm LONG. , 50mm
TRANSV.

VAZIO



PILARES



ENTRONCAMENTO VIGA-PILAR

PROJETO

PEÇAS PRÉ-FABRICADAS EM ARGAMASSA ARMADA PARA HABITAÇÃO UNIFAMILIAR

Aluno:

André Motta Faria

Orientador:

Carlos Eugênio Monteclaro Cesár Junior

FASE PROJETO

TFG

ESCALA
INDICADA

DATA

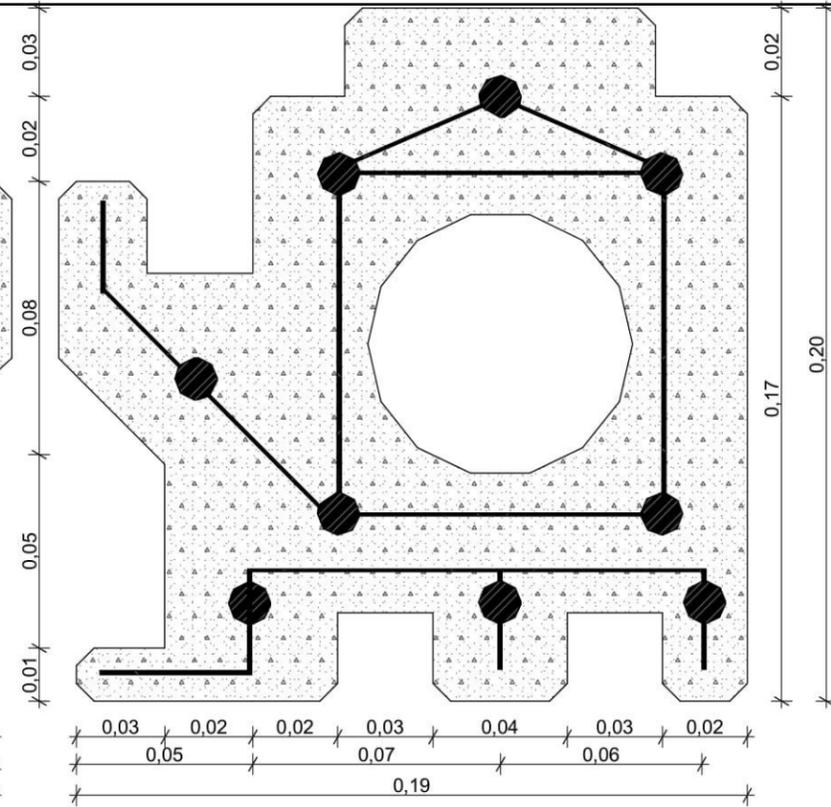
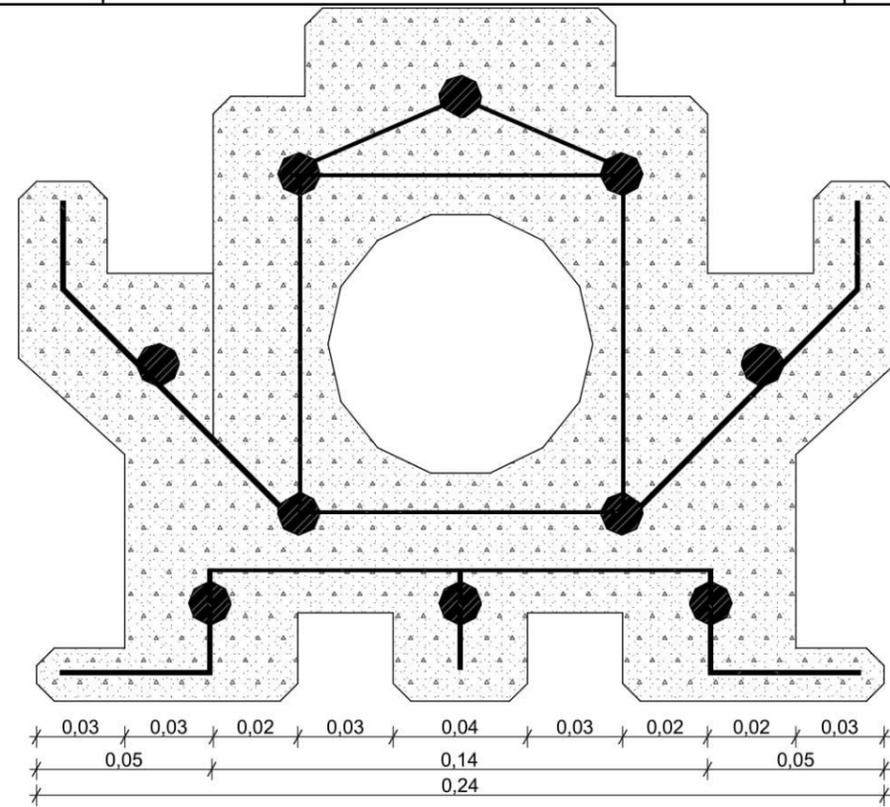
27/11/2018

FOLHA

CONTEÚDO

Pilares

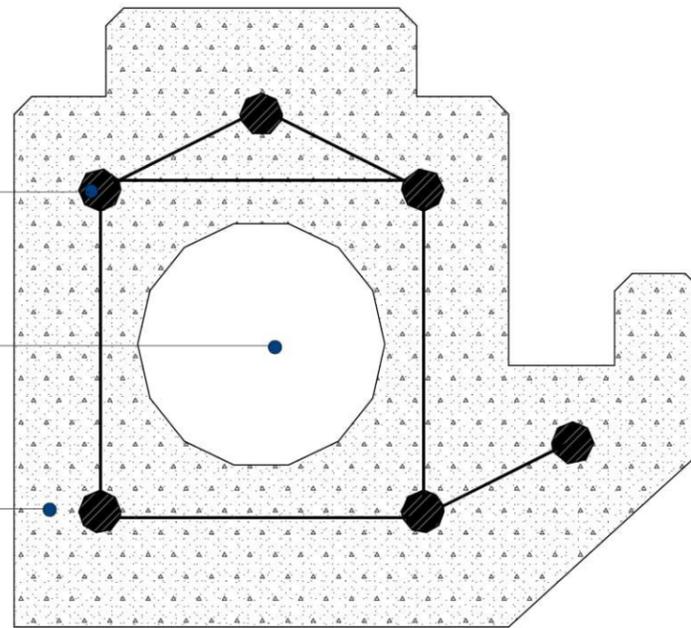
03



AÇO CA-60
8mm

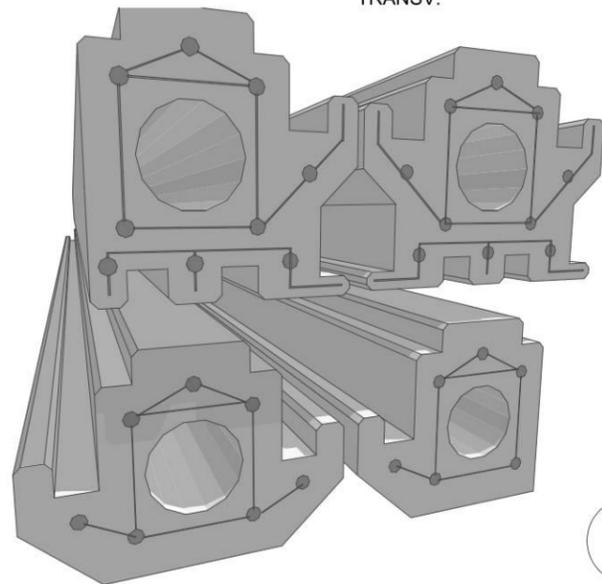
VAZIO

ARGAMASSA ARMADA C/ ARMADURA
DE TELA SOLDADA 2,75mm - C/
ESPAÇAMENTO 50mm LONG. , 50mm
TRANSV.



CORTE TRANSVERSAL

Escala: 1:2



VIGAS

PROJETO

PEÇAS PRÉ-FABRICADAS EM ARGAMASSA ARMADA PARA HABITAÇÃO UNIFAMILIAR

Aluno:

André Motta Faria

Orientador:

Carlos Eugênio Monteclaro Cesár Junior

FASE PROJETO
TFG

ESCALA
INDICADA

DATA
27/11/2018
FOLHA

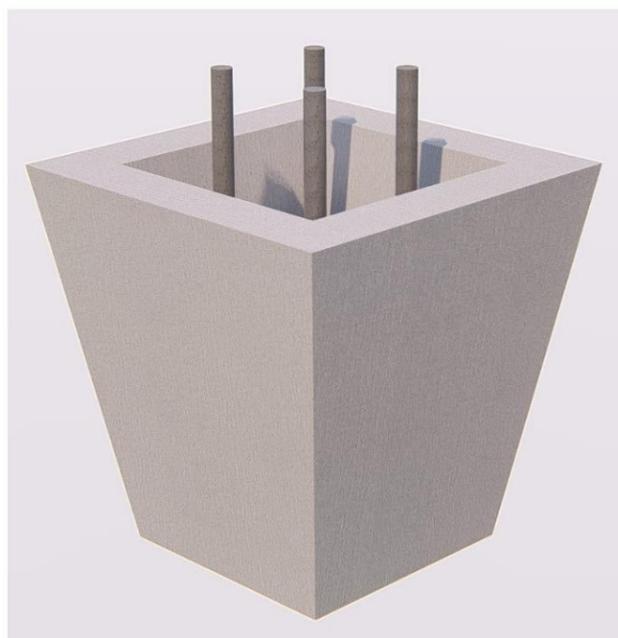
CONTEÚDO

Vigas



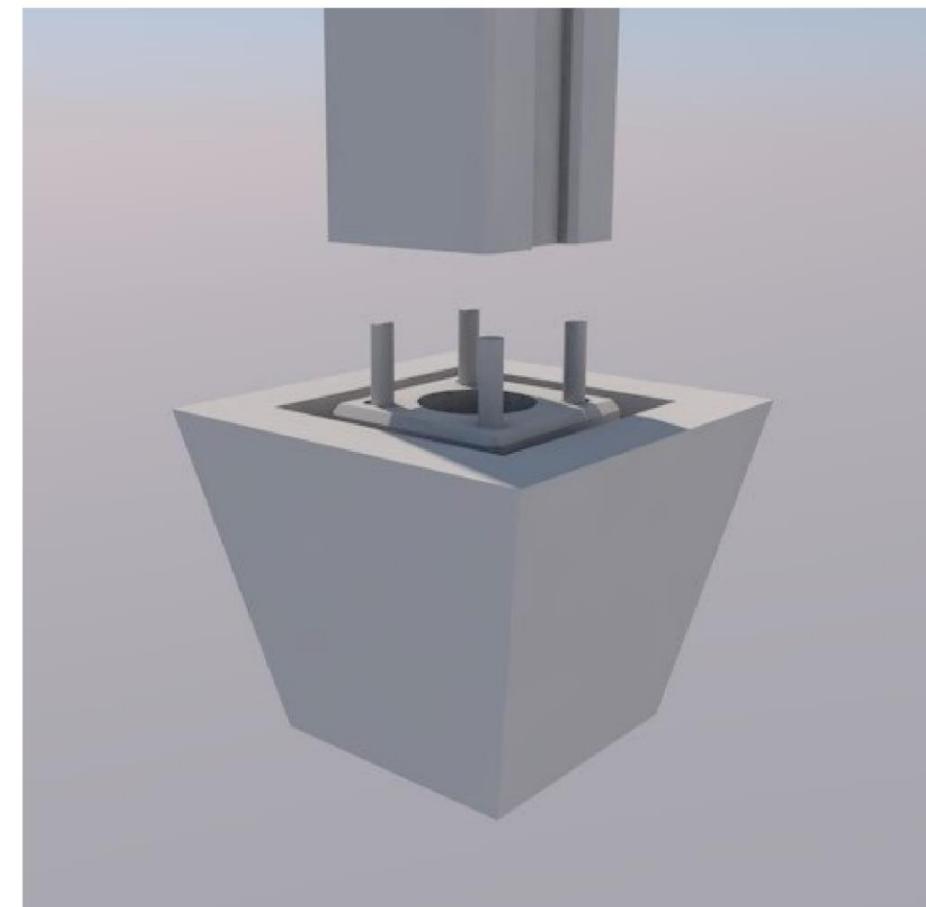
BLOCOS CONECTORES

Os blocos de conexão possuem dimensões de (CxLxH) 14cmx14cmx15cm, suas variações são de acordo com os entroncamentos das vigas e pilares.



CÁLICE DE FUNDAÇÃO

O cálice de fundação possui dimensões de (CxLxH) 30cmx30cmx30cm, sendo a base do trapézio de 20cm x 20cm.



CONEXÃO CÁLICE-BLOCO-PILAR

PROJETO

PEÇAS PRÉ-FABRICADAS EM ARGAMASSA ARMADA PARA HABITAÇÃO UNIFAMILIAR

Aluno:

André Motta Faria

Orientador:

Carlos Eugênio Monteclaro Cesár Junior

FASE PROJETO
TFG

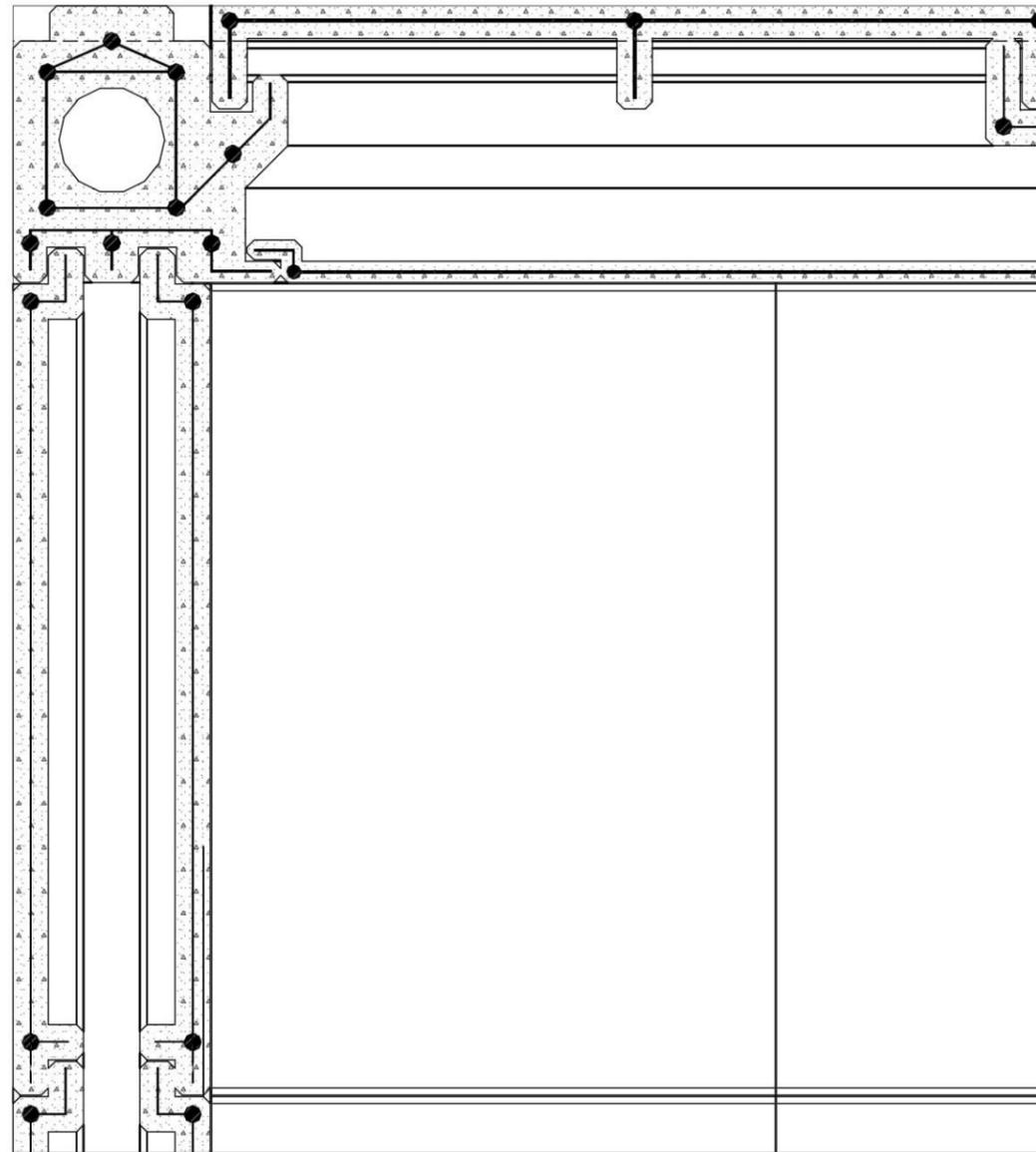
ESCALA
INDICADA

DATA
27/11/2018
FOLHA

CONTEÚDO

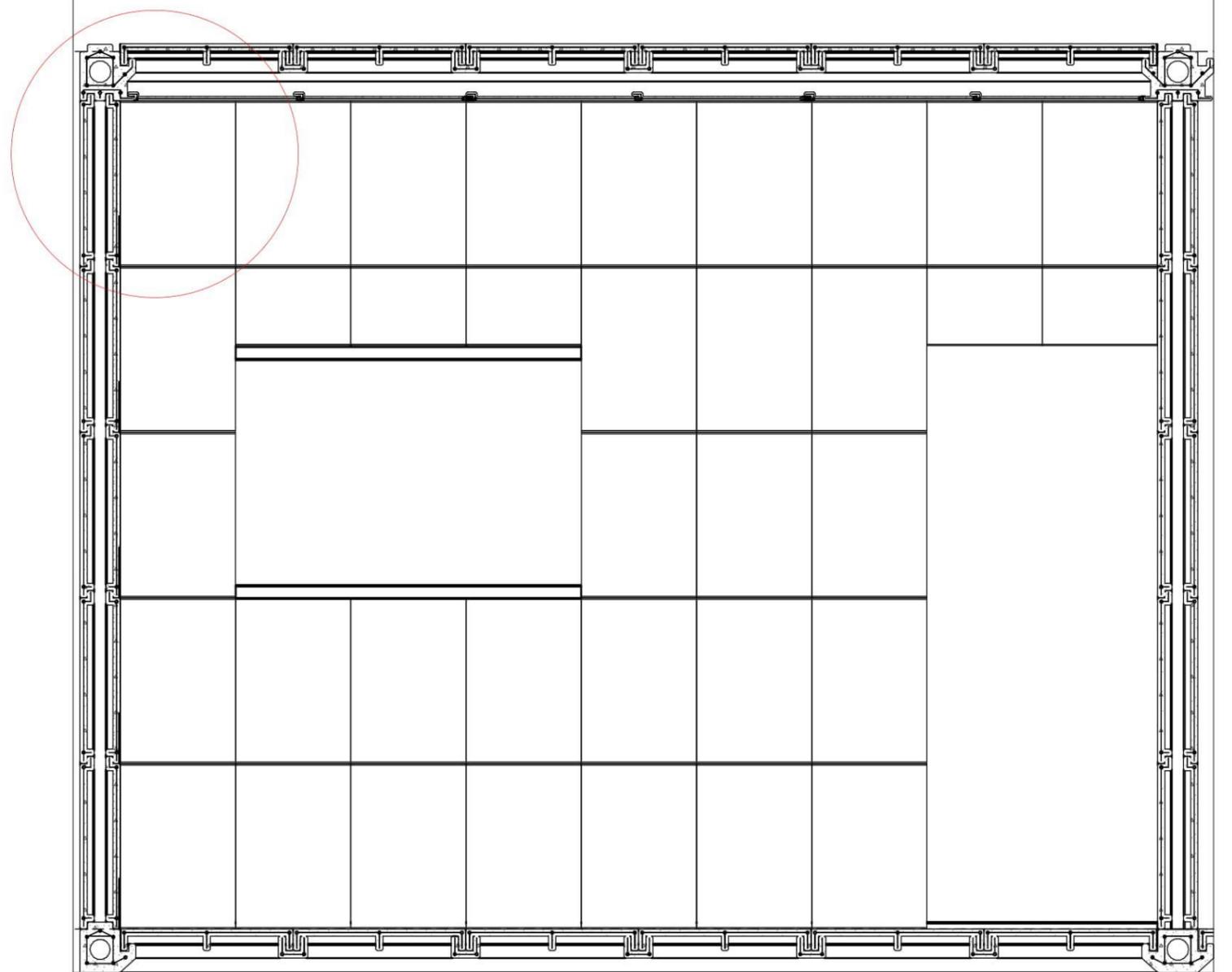
Conectores

05



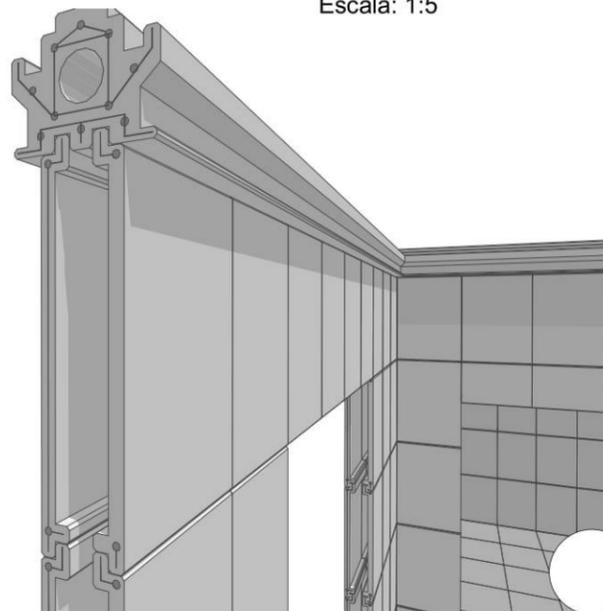
DETALHAMENTO

Escala: 1:5



CORTE A1

Escala: 1:20



Sistema

PROJETO

PEÇAS PRÉ-FABRICADAS EM ARGAMASSA ARMADA PARA HABITAÇÃO UNIFAMILIAR

Aluno:

André Motta Faria

Orientador:

Carlos Eugênio Monteclaro Cesár Junior

FASE PROJETO

TFG

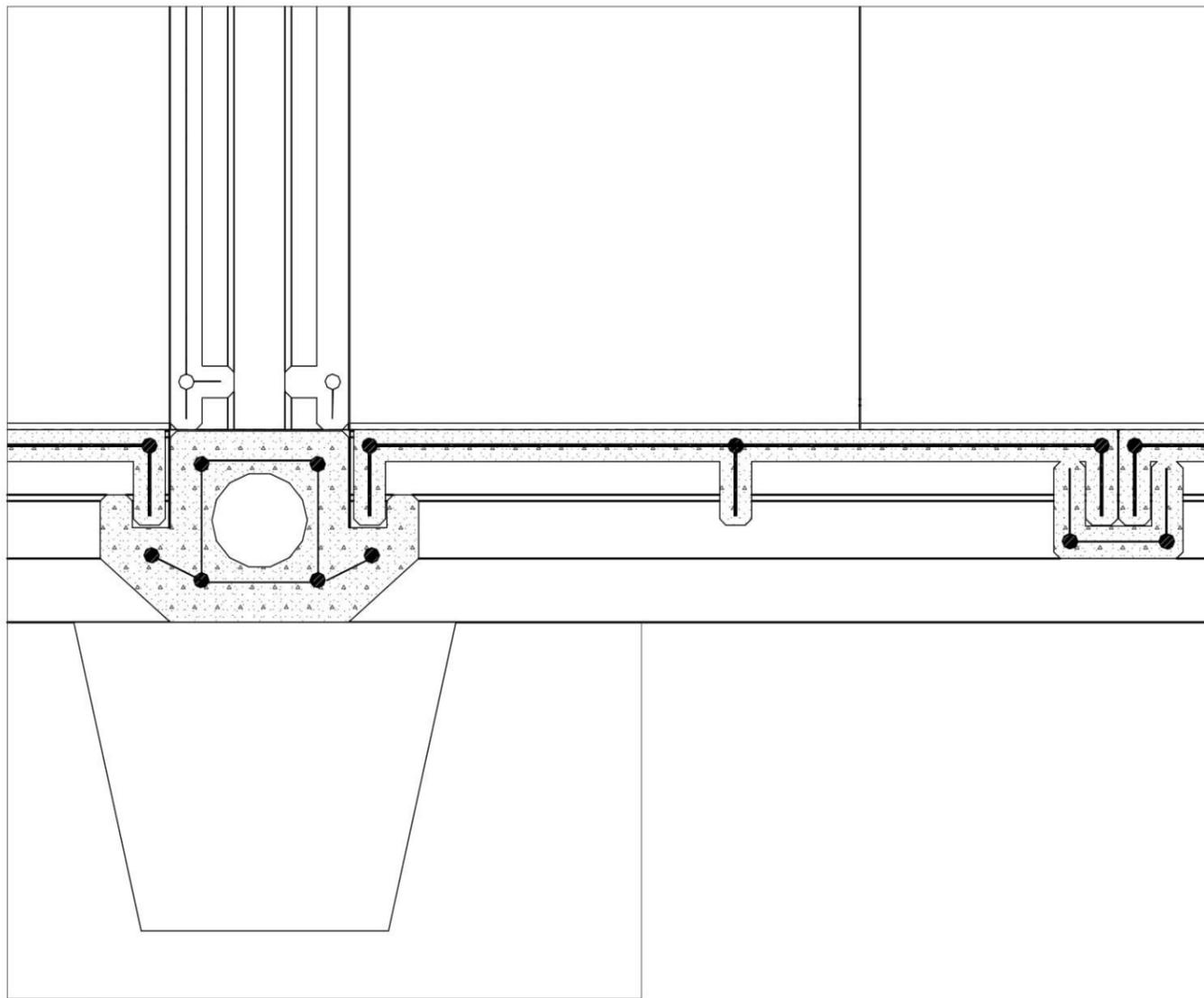
ESCALA
INDICADA

DATA
27/11/2018
FOLHA

CONTEÚDO

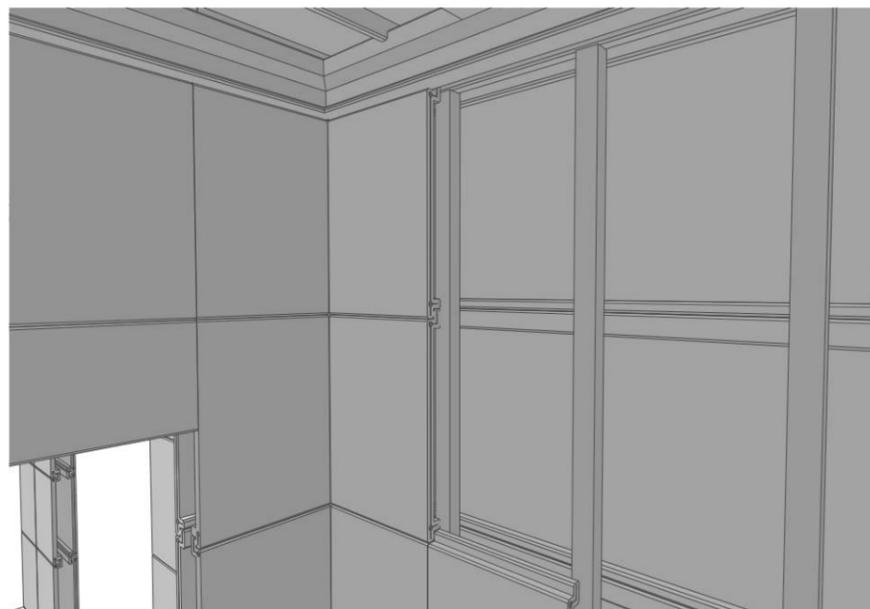
Sistemas

06

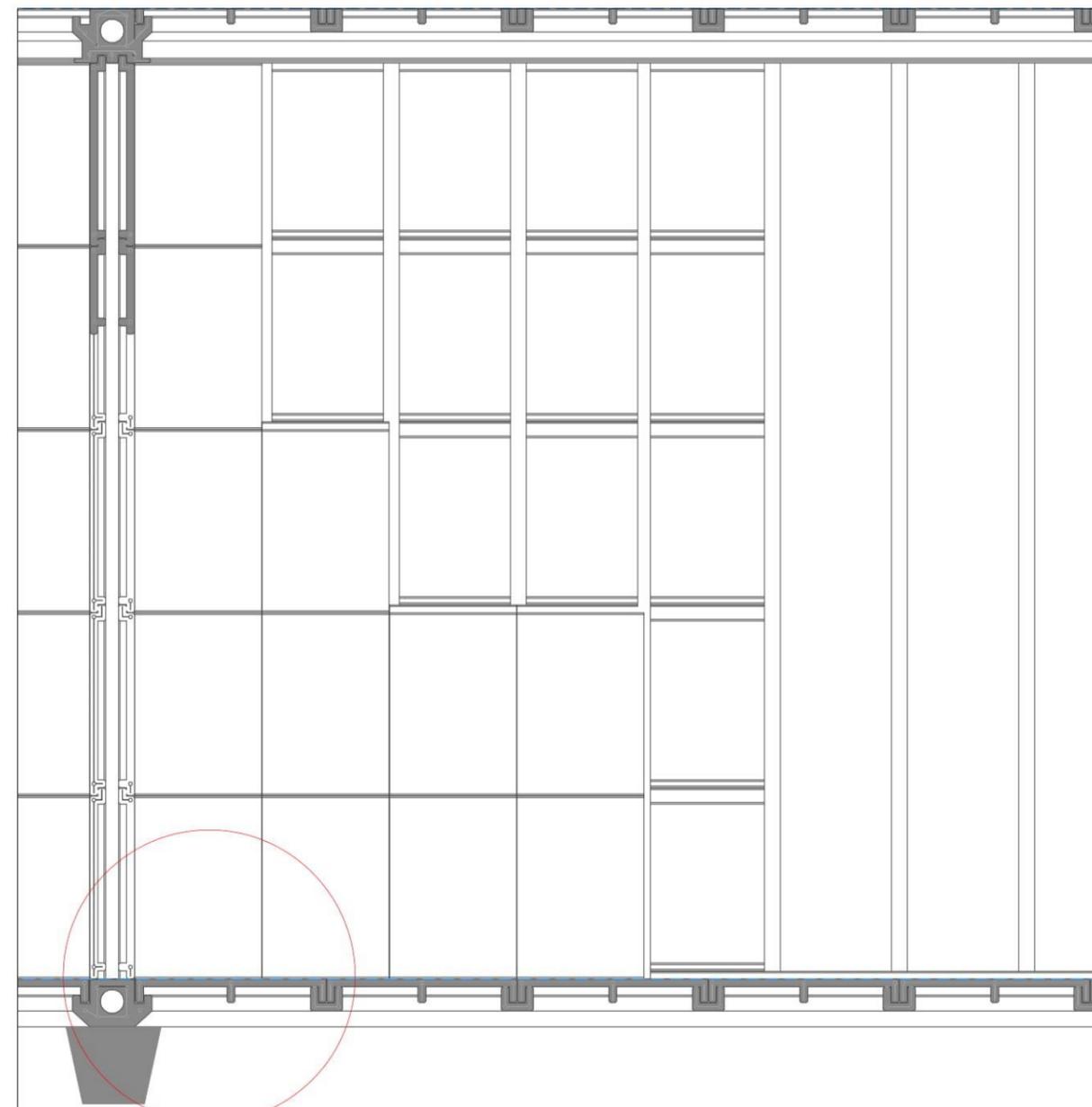


DETALHAMENTO

Escala: 1:5



DET. MONTANTE



CORTE A4

Escala: 1:20

PROJETO

PEÇAS PRÉ-FABRICADAS EM ARGAMASSA ARMADA PARA HABITAÇÃO UNIFAMILIAR

Aluno:

André Motta Faria

Orientador:

Carlos Eugênio Monteclaro Cesár Junior

FASE PROJETO
TFG

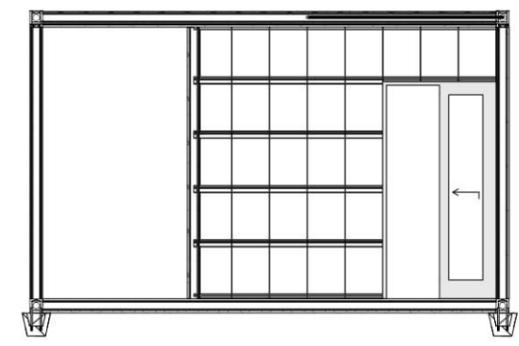
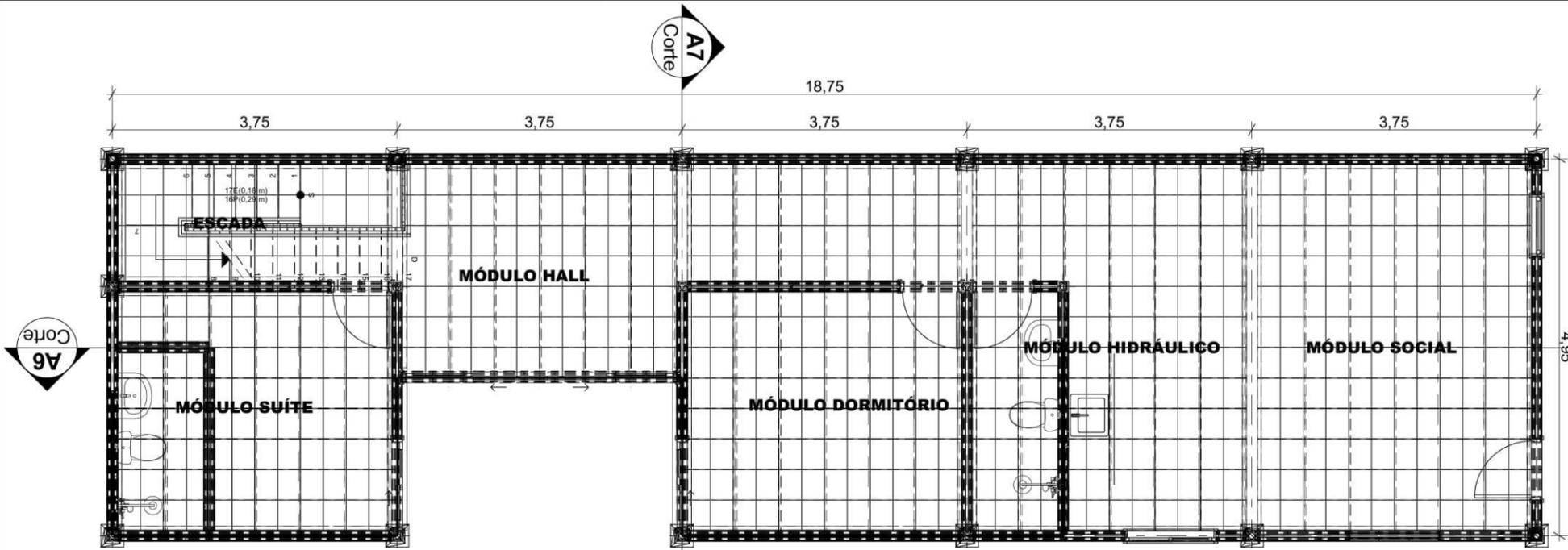
ESCALA
INDICADA

DATA
27/11/2018
FOLHA

CONTEÚDO

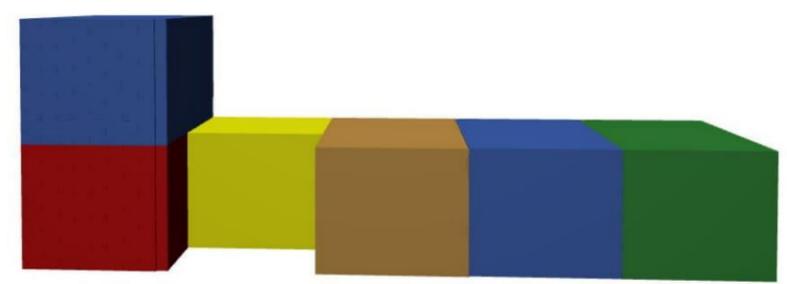
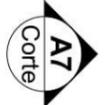
Sistemas

07



CORTE A6
ESCALA 1:75

PLANTA BAIXA - PAVIMENTO TÉRREO
ESCALA 1:75



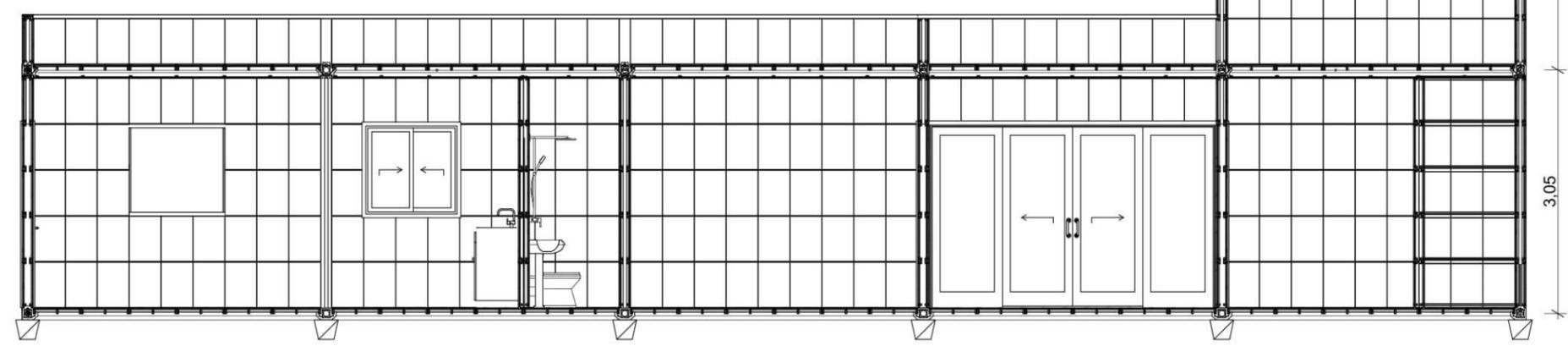
MATÉRIA PRIMA(APROX.)	MATERIAL
ARGAMASSA	46,7m ³
MALHA POP	1780,46m ²
AÇO CA-60 8mm	296 barras de 12m

TABELA DE PEÇAS

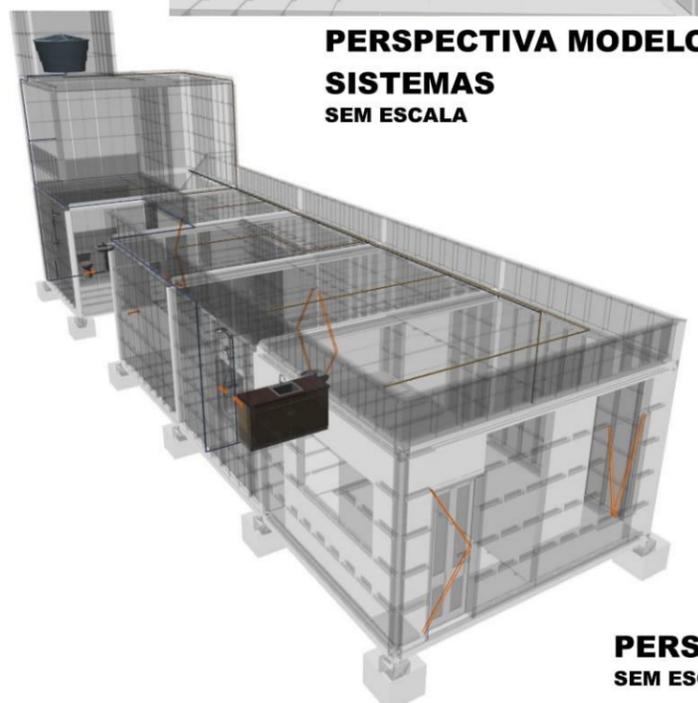
PEÇAS	UN.
PILARES	17
VIGAS	26
PLACAS	3238
CÁLICE DE FUNDAÇÃO	13
CONECTORES	30



PERSPECTIVA MODELO SISTEMAS SEM ESCALA



CORTE A6
ESCALA 1:75



PERSPECTIVA MODELO - SISTEMAS SEM ESCALA

PROJETO
PEÇAS PRÉ-FABRICADAS EM ARGAMASSA ARMADA PARA HABITAÇÃO UNIFAMILIAR

Aluno:
André Motta Faria

Orientador:
Carlos Eugênio Monteclaro Cesár Junior

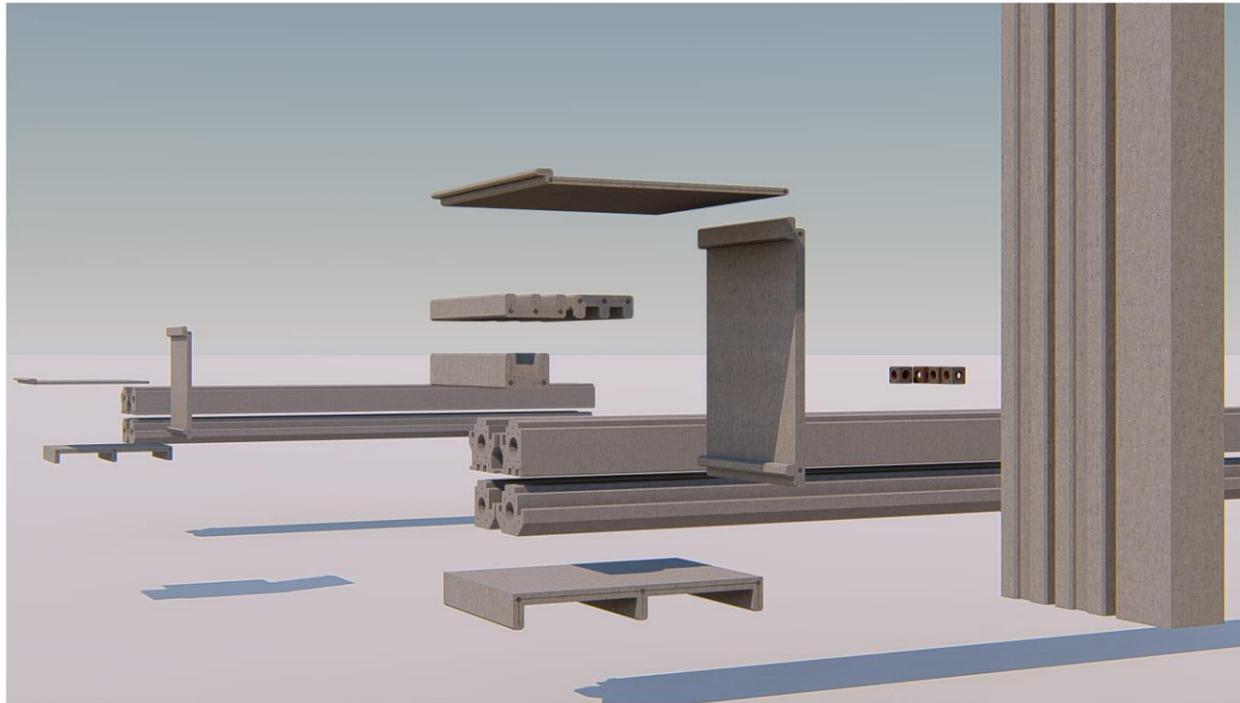
FASE PROJETO
TFG

ESCALA
INDICADA

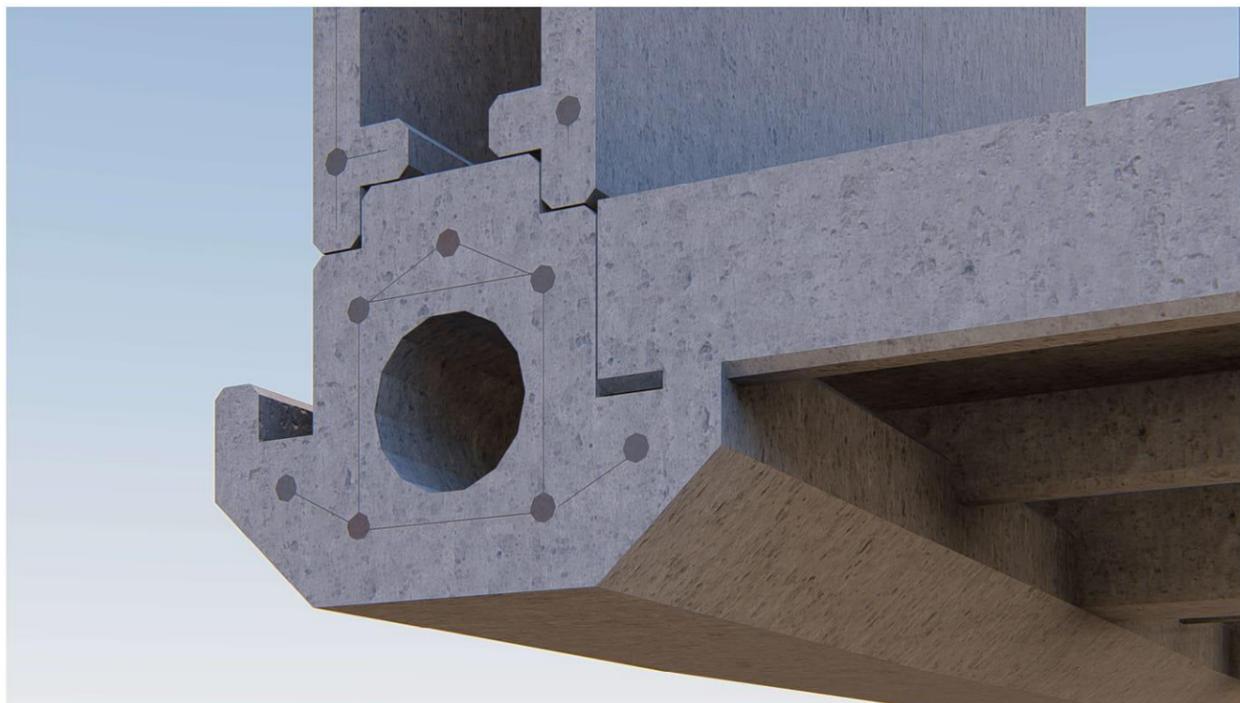
DATA
27/11/2018
FOLHA

CONTEÚDO
Projeto Modelo

08



PERPECTIVA - PEÇAS PRÉ-FABRICADAS



PERPECTIVA - CONEXÕES



PERPECTIVA - SISTEMA CONSTRUTIVO

PROJETO

PEÇAS PRÉ-FABRICADAS EM ARGAMASSA ARMADA PARA HABITAÇÃO UNIFAMILIAR

Aluno:
André Motta Faria

Orientador:
Carlos Eugênio Monteclaro Cesár Junior

FASE PROJETO
TFG

ESCALA
INDICADA

DATA
27/11/2018
FOLHA

CONTEÚDO
Imagens

09



PERPECTIVA - SISTEMA CONSTRUTIVO



PERPECTIVA - SISTEMA CONSTRUTIVO



PERPECTIVA - SISTEMA CONSTRUTIVO

PROJETO

PEÇAS PRÉ-FABRICADAS EM ARGAMASSA ARMADA PARA HABITAÇÃO UNIFAMILIAR

Aluno:
André Motta Faria

Orientador:
Carlos Eugênio Monteclaro Cesár Junior

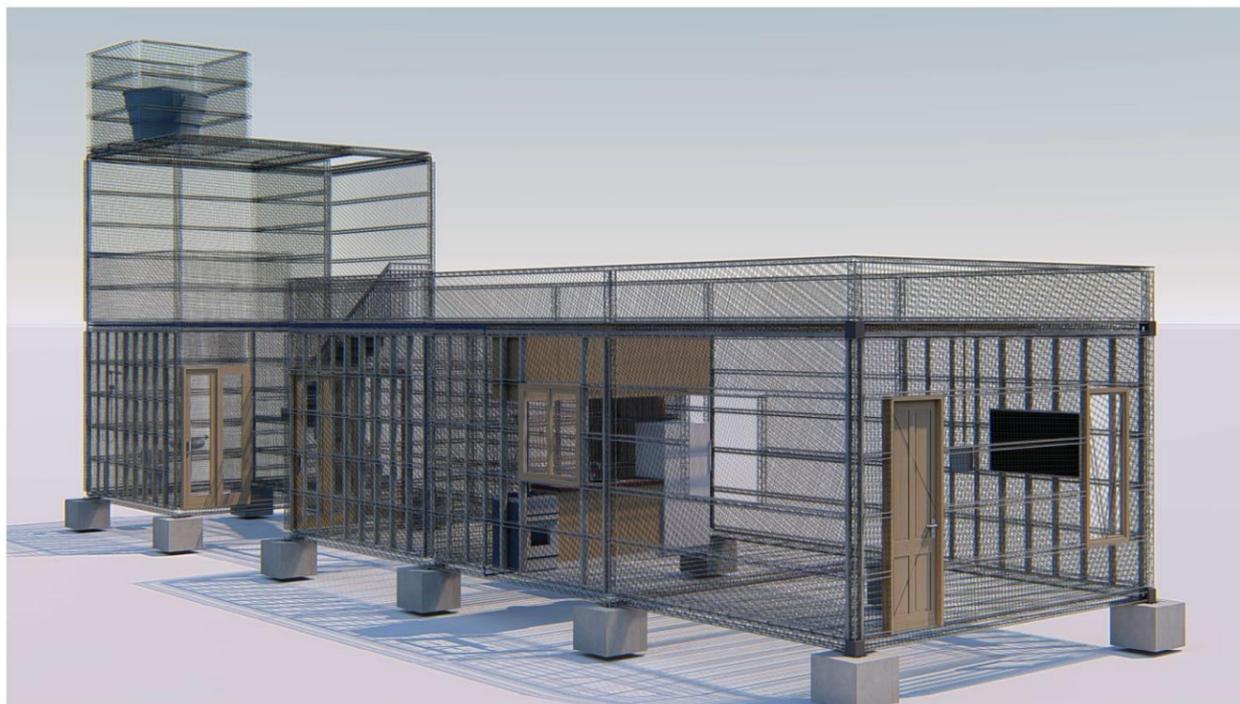
FASE PROJETO
TFG

ESCALA
INDICADA

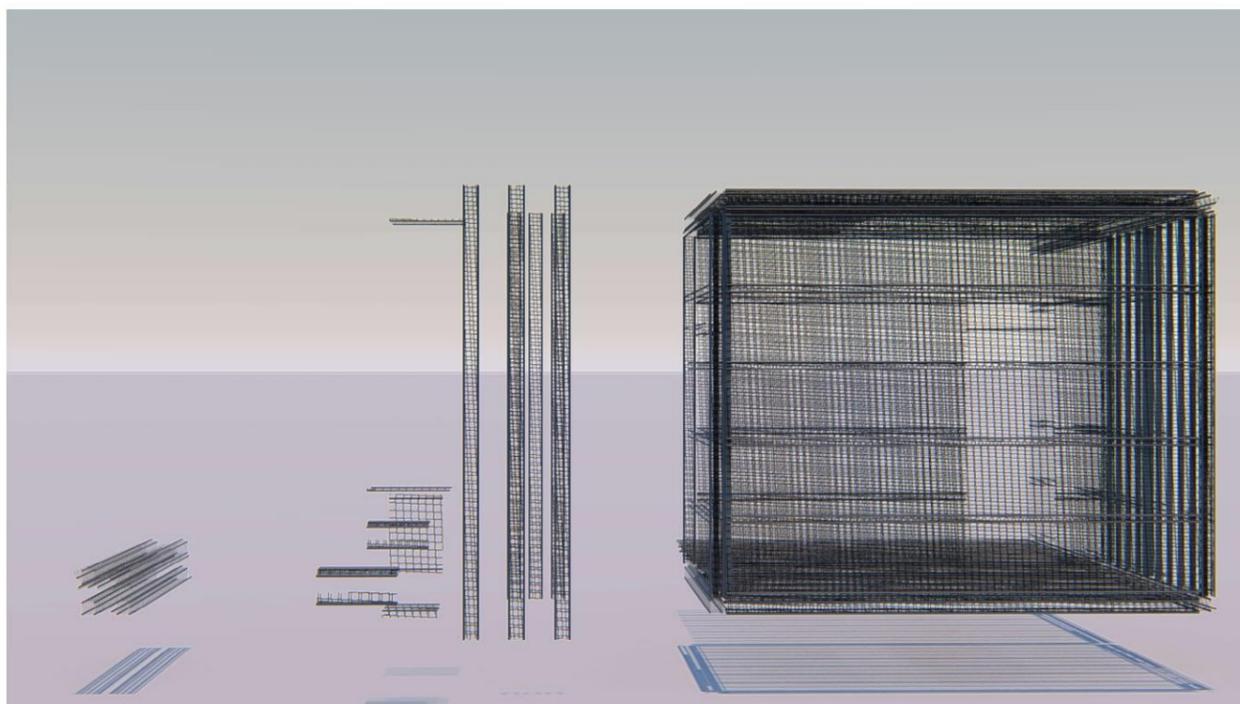
DATA
27/11/2018
FOLHA

CONTEÚDO
Imagens

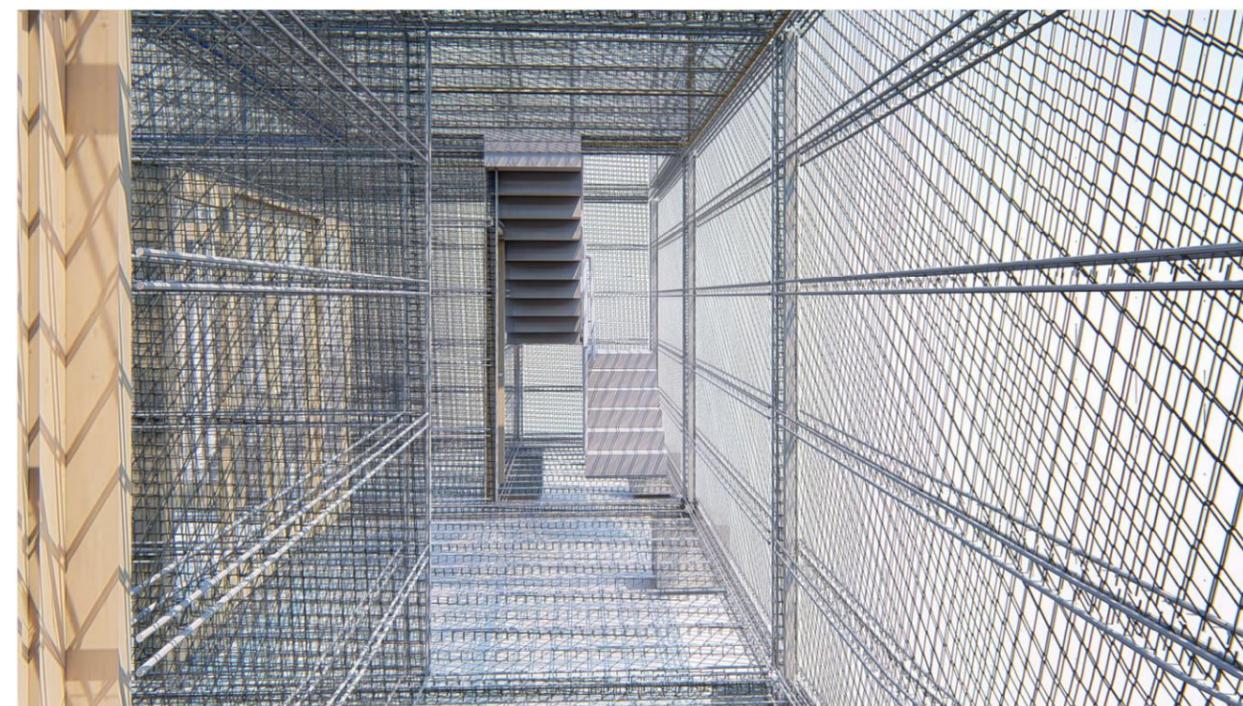
10



PERPECTIVA - ARMAÇÃO DAS FERRAGENS



PERPECTIVA - ARMAÇÃO DAS FERRAGENS



PERPECTIVA - ARMAÇÃO DAS FERRAGENS

PROJETO

PEÇAS PRÉ-FABRICADAS EM ARGAMASSA ARMADA PARA HABITAÇÃO UNIFAMILIAR

Aluno:
André Motta Faria

Orientador:
Carlos Eugênio Monteclaro Cesár Junior

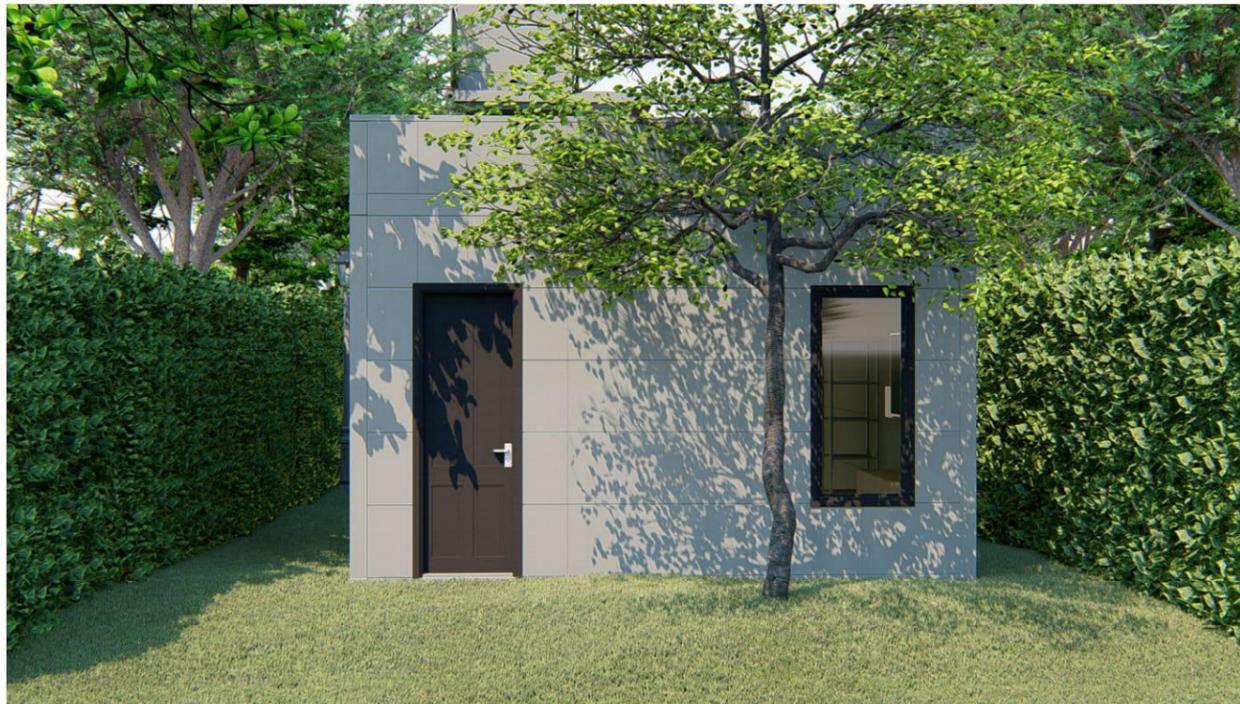
FASE PROJETO
TFG

ESCALA
INDICADA

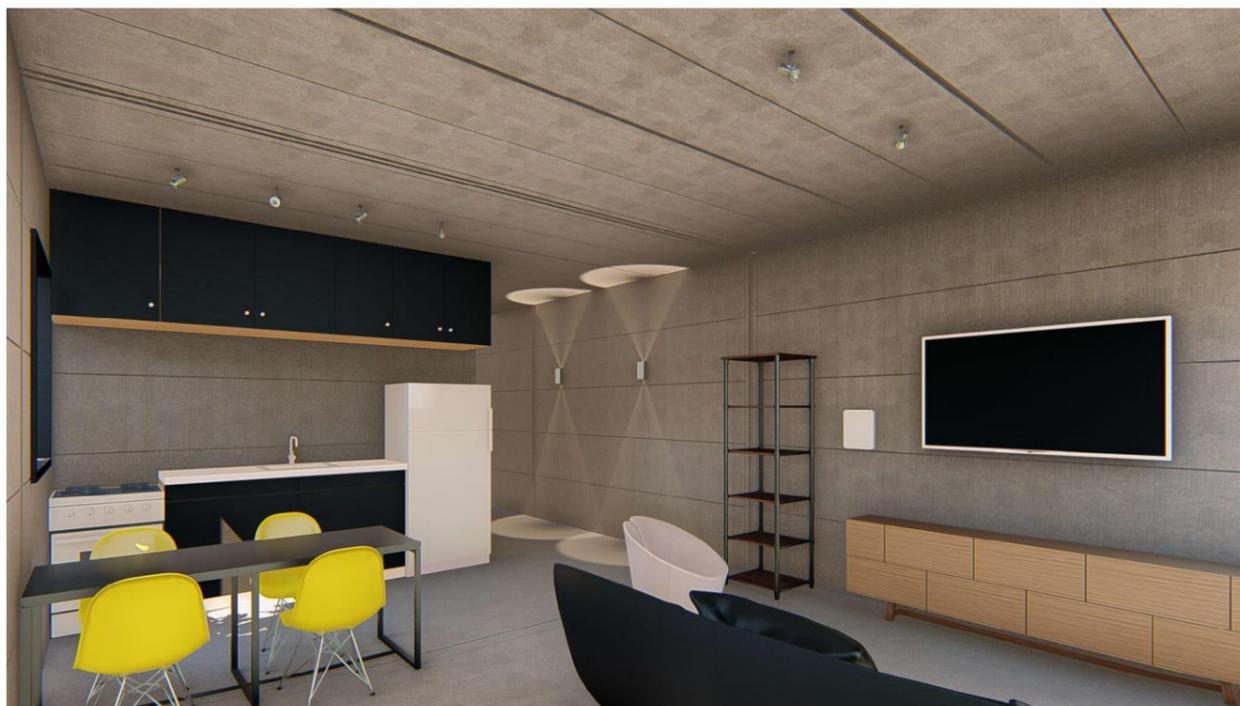
DATA
27/11/2018
FOLHA

CONTEÚDO
Imagens

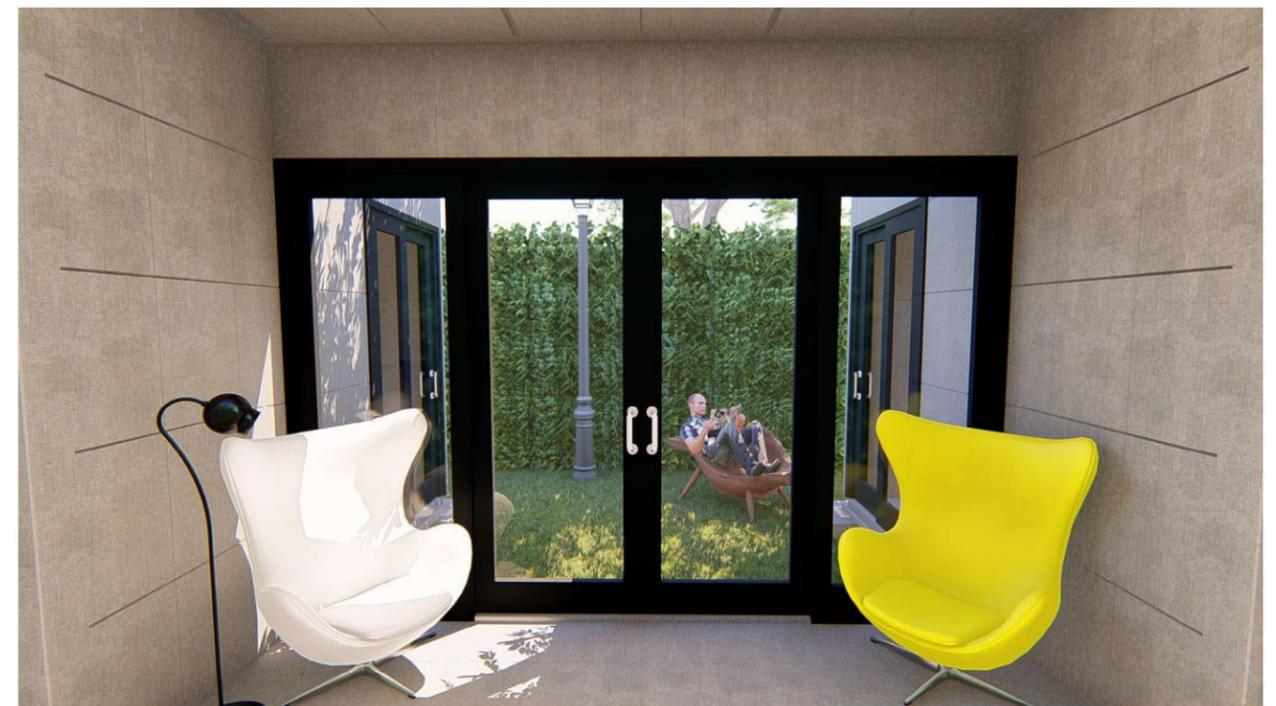
11



FACHADA - PROJETO MODELO



PERSPECTIVA - MÓDULO SOCIAL/HIDRÁULICO



PERSPECTIVA - MÓDULO HALL

PROJETO

PEÇAS PRÉ-FABRICADAS EM ARGAMASSA ARMADA PARA HABITAÇÃO UNIFAMILIAR

Aluno:

André Motta Faria

Orientador:

Carlos Eugênio Monteclaro Cesár Junior

FASE PROJETO
TFG

ESCALA
INDICADA

DATA
27/11/2018
FOLHA

CONTEÚDO

Imagens

12

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa desenvolvida serviu como um exercício de modulação e desenho industrial. Na aplicação das peças no projeto modelo, foi necessário a criação de novos elementos não previstos no estudo inicial, afim de otimizar o processo de execução da obra e solucionar problemas técnicos. O uso das peças como sistema construtivo se mostrou eficiente, uma vez que foi possível um maior controle sobre os insumos e redução no tempo de execução. O sistema modular permitiu grande variação de tipologias e a possibilidade de desenvolver e agregar novas peças a pesquisa, além de possibilitar a aplicação de isolamentos entre os painéis de vedação afim de, estabelecer o conforto ambiental adequado de acordo com o clima. Para dar continuidade no trabalho, as peças desenvolvidas com base na norma padrão, devem ser executadas na escala real e submetidas aos ensaios estruturais, para verificação do pré-dimensionamento das ferragens, e de conforto ambiental, para que o coeficiente de capacidade e transmitância térmica sejam definidos. Com a validação das propriedades técnicas dos elementos pré-fabricados, o sistema construtivo proposto vem a ser um alternativa viável para aplicação em habitações unifamiliares em pequena ou grande escala, podendo ajudar a reduzir a demanda de habitações. Arquitetura não se faz apenas com design ou compondo belas texturas, a arquitetura deve dialogar com o ambiente, deve pertencer ao espaço sem degradá-lo. Ela é ligada ao seu emocional, seus sonhos e planos. Ao entender o seu desejo, o somamos à técnica e temos um resultado final que seja a união de ambientes, a interação entre o ser humano e a arquitetura. Uma arquitetura bem projetada, é qualidade de vida para o seu usuário. Essa preocupação é evidenciada através de soluções que aliam custo, responsabilidade ambiental e exequibilidade. Como arquitetos temos o dever de pensar a da cidade de maneira mais sustentável, de forma a representar de fato a sociedade de valores coletivos é nosso desafio constante. Através de projetos urbanos inteligentes e estruturados, podemos disseminar uma cidade planejada e mais próxima da necessidade local.

7 BIBLIOGRAFIA

- Archdaily*. (7 de Março de 2012). Acesso em 20 de Abril de 2018, disponível em Archdaily.com: <https://www.archdaily.com.br/br/01-36653/classicos-da-arquitetura-hospital-sarah-kubitschek-salvador-joao-filgueiras-lima-lele>
- Archdaily*. (6 de Julho de 2013). Acesso em 14 de Abril de 2018, disponível em Archdaily.com: <https://www.archdaily.com.br/br/01-29072/classicos-da-arquitetura-casa-gerassi-paulo-mendes-da-rocha>
- Archdaily*. (11 de Novembro de 2015). Acesso em 14 de Abril de 2018, disponível em Archdaily.com: <https://www.archdaily.com.br/br/776950/casa-vila-matilde-terra-e-tuma-arquitetos>
- Archdaily*. (09 de Setembro de 2016). Acesso em 14 de Abril de 2018, disponível em Archdaily.com: <https://www.archdaily.com.br/br/796259/casa-na-aldeia-da-serra-mmbb-arquitetos-plus-spbr-arquitetos>
- Campos, P. E. (2014). *Da argamassa armada ao microconcreto de alto desempenho: Perspectivas de desenvolvimento para a pré-fabricação leve*. São Paulo: Novas Edições Acadêmicas.
- CAU/BR. (12 de Outubro de 2015). CAU/BR.GOV.BR. Acesso em 24 de Abril de 2018, disponível em CAU/BR: <http://www.caubr.gov.br/fantastico-da-tv-globo-valoriza-papel-tecnico-e-social-do-arquiteto/>
- Construção, C. B. (18 de Julho de 2017). CBIC. Acesso em 24 de Abril de 2018, disponível em CBIC: <http://www.cbicdados.com.br/>
- Domos Geodesicos*. (9 de Outubro de 2009). Acesso em 15 de Março de 2018, disponível em Domosgeodesicos.blogspot: <http://domosgeodesicos.blogspot.com.br/2009/10/historia-walter-bauersfeld-los-primeros.html>
- Hanai, J. B. (1992). *Construções de Argamassa Armada - Fundamentos Tecnológicos para Projeto e Execução*. São Paulo: Pini.
- Lima, J. F. (1984). *Escola Transitória - Modelo Rural*. Brasília: MEC SG, CEDATE.
- Lima, J. F. (2004). *O que é ser arquiteto: memórias profissionais de Lelé (João Filgueiras Lima)*. Rio de Janeiro: Record.
- (1989). NBR 11.173 - Projeto e execução de argamassa armada. ABNT NBR.
- (1991). NBR 11.578 - Cimento Portland Composto. ABNT NBR.

- (2015). *NBR 12.655 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento, aceitação e procedimento*. ABNT NBR.
- (2006). *NBR 9.062 - Execução de estruturas de concreto pré-moldado*. ABNT NBR.
- Ordonéz, J. (1974). *Pre-fabrication: teoría y práctica*. Barcelona: Editores Técnicos Asociados.
- Trigo, C. C. (2009). *Pré-fabricados em argamassa armada: material, técnica e desenho de componentes desenvolvidos por Lelé*. São Paulo: USP.