

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

GUSTAVO VINCENTE VARELA SILVEIRA

**PROPOSTA DE CADERNO DE ENCARGOS PARA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA
CONSTRUTIVO MONOLÍTICO EM PAINÉIS DE EPS NA EXECUÇÃO DE
HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**

FLORIANÓPOLIS, 28 DE NOVEMBRO DE 2018

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA
CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

GUSTAVO VINCENTE VARELA SILVEIRA

**PROPOSTA DE CADERNO DE ENCARGOS PARA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA
CONSTRUTIVO MONOLÍTICO EM PAINÉIS DE EPS NA EXECUÇÃO DE
HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**

Projeto de Trabalho de
Conclusão de Curso submetido
ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia
de Santa Catarina como parte
dos requisitos para obtenção do
título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Professora Orientadora: Andrea
Murillo Betioli.

FLORIANÓPOLIS, 28 NOVEMBRO DE 2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Silveira, Gustavo

PROPOSTA DE CADERNO DE ENCARGOS PARA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO MONOLÍTICO EM PAINÉIS DE EPS NA EXECUÇÃO DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL / Gustavo Silveira ; orientação de Andrea Murillo Betioli. - Florianópolis, SC, 2018.

66 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico de Construção Civil. Inclui Referências.

1. Sistema monolítico. 2. Caderno de Encargos. 3. Programa Minha Casa, Minha Vida. I. Murillo Betioli, Andrea. II. Instituto Federal de Santa Catarina. Departamento Acadêmico de Construção Civil. III. Título.

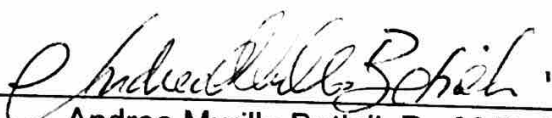
PROPOSTA DE CADERNO DE ENCARGOS PARA EXECUÇÃO DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL COM SISTEMA CONSTRUTIVO MONOLÍTICO EM PAINÉIS DE EPS

GUSTAVO VINCENTE VARELA SILVEIRA

Este trabalho foi julgado adequado para a obtenção do Título de Engenheiro Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso Superior de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

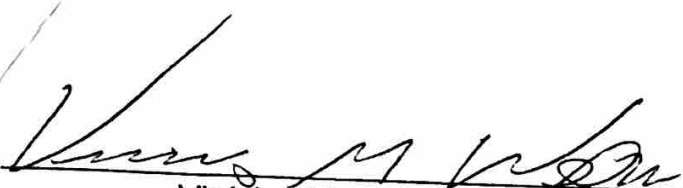
Florianópolis, 12 de dezembro, 2018.

Banca Examinadora:


Andrea Murillo Betioli, Prof.^a Dr.^a


Sergio Parizotto Filho, Prof. Me.


Samuel João da Silveira, Prof. Dr.


Vinicius Morche Wagner

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

GUSTAVO VINCENTE VARELA SILVEIRA

**PROPOSTA DE CADERNO DE ENCARGOS PARA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA
CONSTRUTIVO MONOLÍTICO EM PAINÉIS DE EPS NA EXECUÇÃO DE
HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**

FLORIANÓPOLIS, 28 DE NOVEMBRO DE 2018

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA
CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

GUSTAVO VINCENTE VARELA SILVEIRA

**PROPOSTA DE CADERNO DE ENCARGOS PARA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA
CONSTRUTIVO MONOLÍTICO EM PAINÉIS DE EPS NA EXECUÇÃO DE
HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**

Projeto de Trabalho de
Conclusão de Curso submetido
ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia
de Santa Catarina como parte
dos requisitos para obtenção do
título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Professora Orientadora: Andrea
Murillo Betioli.

FLORIANÓPOLIS, 28 NOVEMBRO DE 2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Jacob e Rita, que apesar de não estarem mais presentes materialmente, sempre deram grande importância à educação de seus filhos, criando-nos com muito amor, dedicação e sabedoria.

A esta Universidade, seu corpo docente e administração, que oportunizaram e deram todo o suporte necessário para a realização deste objetivo.

A minha orientadora Andrea Betioli, pela dedicação, “puxões de orelha” e incentivos em todos os momentos deste trabalho.

A empresa Ecolife, por disponibilizar as informações necessárias e permitir o acompanhamento de suas obras.

A empresa Anubis construtora, por disponibilizar os projetos.

As minhas amadas, esposa Bruna Helena e filha Lia, que me apoiaram e me inspiraram em todos os momentos dessa trajetória.

Aos meus irmãos, Angie, Pablo e Nodin, pela parceria e amor.

A família Pinheiro, pelo suporte e carinho.

Aos meus colegas, Tiago, Mariana, Guilherme e Felipe pela amizade e parceria desde o início deste curso.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram de alguma forma parte da minha formação, meu muito obrigado.

RESUMO

Atualmente, o Programa Minha Casa Minha Vida, responsável por promover a redução do déficit habitacional do Brasil, utiliza na maioria dos seus empreendimentos, sistemas construtivos tradicionais, pouco eficientes e ultrapassados. A adoção do sistema inovador ***Monolítico em painéis de EPS*** traria ao programa inúmeros benefícios. Porém, sua implantação não é uma tarefa simples e existem alguns desafios a serem enfrentados por empresas interessadas em adotá-lo. Além da necessidade da avaliação do desempenho técnico do sistema perante às exigências impostas pelo programa, precisam se adaptar a um novo processo construtivo. Com o intuito de auxiliar no processo de adaptação, conferir maior controle tecnológico na execução da obra e contribuir na disseminação deste sistema no programa Minha Casa Minha Vida, foi desenvolvida neste estudo, com base em documentos técnicos e acompanhamento às obras de empresa especializada no sistema, uma ferramenta muito utilizada para a padronização e controle tecnológico de obras, o Caderno de Encargos. Nele, estão especificados todos os procedimentos que devem ser adotados no decorrer da utilização do sistema monolítico em painéis de EPS, na execução de residências enquadradas nos padrões do programa Minha Casa, Minha Vida.

Palavras-chave: Sistema monolítico; EPS; paredes estruturais; Caderno de Encargos; Programa Minha Casa, Minha Vida.

ABSTRACT

Currently the government housing program "Minha Casa, Minha Vida", responsible for promoting the reduction of the Brazilian housing deficit, uses in most of his ventures traditional constructive systems, inefficient and outdated. The adoption of innovative system Monolithic in EPS panels would bring countless benefits to the program. However, your implementation is not a simple task and there are some challenges to be faced by companies interested in adopting it. In addition to the need for evaluation of the technical performance of the system in view of the requirements imposed by the program, they need to adapt to a new constructive process. With the purpose of assisting in the adaptation process, confer greater technological control in the execution of the work and contribute to the dissemination of this system in the program "Minha Casa, Minha Vida", was developed in this study, based on technical documents and monitoring the works of a company specialized in the system, a widely used tool for the standardization and technological control of works: the Technical Specifications. In it, are specified all the procedures to be adopted in the course of use of the system Monolithic in EPS panels on construction of dwellings in the patterns of the program "Minha Casa, Minha Vida".

Keywords: Monolithic System, EPS, structural walls, Book of Charges, Program "Minha Casa, Minha Vida"

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Configuração da parede sanduíche com miolo em EPS e camadas externas em argamassa armada	12
Figura 2 - Manuseio dos painéis em EPS	13
Figura 3 - Procedimento para a marcação das linhas de locação das paredes	15
Figura 4 - Barras de aço intercaladas, fixadas com resina epóxi, para a ancoragem dos painéis	16
Figura 5 - Escoramento dos painéis	17
Figura 9 - Sistemas construtivos adotados no Brasil.....	20
Figura 10 - Principais motivos da adoção de sistemas construtivos tradicionais	21
Figura 11 - Diagrama do processo de obtenção do DATec.....	23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Objetivo Geral.....	10
1.2	Objetivos Específicos	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1	Sistema Construtivo Monolítico em Painéis de EPS	11
2.1.1	Características do Sistema.....	12
2.1.2	Execução do Sistema	14
2.2	Programa Minha Casa, Minha Vida	19
2.3	Caderno de Encargos.....	24
3	METODO DE PESQUISA	27
4	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	29
5	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS	31
	APENCICE A – PROPOSTA DE CADERNO DE ENCARGOS.....	33
	ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO	64
	ANEXO B – PROJETO HIDROSSANITÁRIO	65
	ANEXO C – PROJETO ELÉTRICO.....	66

1 INTRODUÇÃO

Há algum tempo vem se falando da necessidade de processos construtivos mais eficientes na construção civil brasileira. Processos estes que, proporcionem maior velocidade de execução da obra; redução de custos a curto e longo prazo; menor desperdício de materiais; menos impactos ambientais e, principalmente; que sejam acessíveis às classes sociais menos favorecidas.

Com este intuito, existem diversas ideias inovadoras no ramo da construção civil, como por exemplo, o *Light Steel Framing*; o *Light Wood Framing*; as paredes estruturais de concreto moldadas no local e o sistema construtivo monolítico com paredes moldadas *in loco* com painéis de poliestireno expandido (EPS), aço e argamassa. Esta última tecnologia foi criada na Europa com a intenção de proporcionar maior conforto térmico e segurança para as residências localizadas em regiões com clima severo. O sistema se destaca pela velocidade de execução, redução de resíduos e o excelente desempenho perante as exigências estabelecidas pela NBR15575-2:2013.

A possibilidade da utilização do sistema monolítico em painéis de EPS em programas como o Minha Casa Minha Vida (PMCMV) traria inúmeros benefícios para construtores e futuros moradores de empreendimentos financiados pelo mesmo. Porém, assim como outros sistemas construtivos inovadores, não possui normas vigentes no Brasil, e programas como o Minha Casa Minha Vida não aprovam a utilização de sistemas construtivos sem o respaldo técnico adequado.

A fim de suprir essa demanda, surge então o Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT) como um órgão avaliativo que proporciona maior segurança e credibilidade aos sistemas inovadores. Esse sistema é uma vertente do Programa Brasileiro da Produtividade e Qualidade na habitação (PBQP-h) e foi criado com o objetivo de difundir novas tecnologias no mercado da construção civil brasileira. Segundo a arquiteta Maria Salette Weber (2009), responsável por coordenar o PBQP-h, a intenção é mostrar às construtoras e financiadoras a

inovação como algo que auxilie a industrialização da construção civil, que incentive habitação social e aumente a qualidade e produtividade nas obras (TÉCHNE, 2009).

O SINAT é responsável pelo desenvolvimento de diretrizes elaboradas com base em normas internacionais e na NBR 15575-2:2013. Cada uma das diretrizes corresponde a um sistema construtivo inovador e no caso do sistema monolítico em painéis de EPS a diretriz correspondente é a de número 11. Em seu conteúdo, cada uma das diretrizes define os procedimentos de avaliação a serem adotados, como metodologia para ensaios e parâmetros de desempenho a serem atendidos. As entidades que realizam essas avaliações são chamadas de Instituto Técnico Avaliador (ITA) e necessariamente precisam ser credenciadas pelo SINAT. Após a obtenção de todos os resultados e realizar tudo que é exigido pela diretriz correspondente ao sistema construtivo avaliado, o ITA desenvolve um documento chamado Documento de Autenticidade Técnica (DATec), onde se encontram todos esses dados.

Segundo o Ministério das Cidades, todos os materiais e serviços inovadores empregados nos empreendimentos do PMCMV devem estar alinhados com o SINAT, logo precisam de uma DATec. Este documento tem validade de dois anos, sendo que nesse período são realizadas auditorias pelos ITAs a cada 6 meses com o propósito de verificar se o que foi estabelecido no DATec está realmente sendo seguido pela empresa. Desta forma, para que a empresa detentora da tecnologia inovadora renove o DATec, o resultado das auditorias precisa ser positivo.

Com isso, surge a necessidade, por parte de quem vai construir utilizando um sistema inovador, como é o caso do sistema monolítico em painéis em EPS, de garantir que os processos construtivos definidos no DATec sejam atendidos. Um método eficaz para isso, normalmente utilizado por órgãos públicos para a padronização de suas obras, é a elaboração de um documento conhecido como Caderno de Encargos (NBR 12219: 1992). Para que sejam seguidos os padrões de construção de uma instituição em qualquer obra realizada para a mesma, esse

documento pode definir o padrão de acabamento, os materiais que devem ser empregados, recomendações de projeto e cuidados a serem considerados em cada etapa da obra.

Neste trabalho sugere-se então, a elaboração de um caderno de encargos desenvolvido especialmente para a execução de uma residência enquadrada nos padrões de exigência estabelecidos pelo PMCMV, na qual foi adotado o sistema construtivo inovador monolítico em painéis de EPS para sua execução. O principal objetivo é estabelecer um padrão ao utilizar esse sistema e, com isso, assegurar que serão seguidas as especificações estabelecidas pela diretriz 011 e pelo PMCMV.

1.1 Objetivo Geral

Elaborar um Caderno de Encargos para a utilização do sistema monolítico em painéis de EPS durante a execução de casas populares que se enquadrem nos requisitos impostos pelo Programa Minha Casa Minha Vida.

1.2 Objetivos Específicos

- Determinar e detalhar os métodos de execução do sistema monolítico em painéis de EPS;
- Especificar os equipamentos e ferramentas necessárias para cada etapa da execução do sistema monolítico em painéis de EPS;
- Relacionar e especificar os materiais a serem utilizados em cada etapa da execução do sistema monolítico em painéis de EPS;
- Determinar os critérios de aceitação de cada material referente à utilização do sistema monolítico em painéis de EPS;
- Determinar os critérios de armazenamento de cada material referente à utilização do sistema monolítico em painéis de EPS;
- Determinar os requisitos mínimos estabelecidos pelo PMCMV para as etapas da obra referentes à utilização de sistemas tradicionais de construção.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

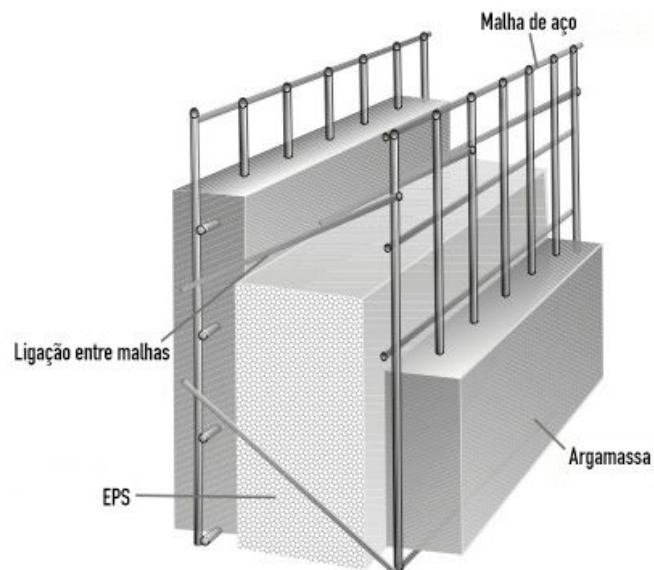
A seguir serão abordados alguns conceitos relativos aos temas que envolvem este projeto, tais como: características e processo de execução do sistema construtivo Monolítico em painéis de EPS, benefícios e exigências do programa Minha Casa Minha Vida, assim como definições e atributos do Caderno de Encargos.

2.1 Sistema Construtivo Monolítico em Painéis de EPS

O sistema monolítico em painéis de EPS é composto por painéis monolíticos em Poliestireno Expandido (EPS), malha de aço e argamassa estrutural aplicada *in loco*. Esse método construtivo foi desenvolvido na Itália com a finalidade de proporcionar maior conforto térmico e segurança para residências localizadas em regiões com condições climáticas desfavoráveis, como áreas propensas a abalos sísmicos e temperaturas extremas (GARCIA, 2009).

O processo produtivo é altamente industrializado, onde os painéis de EPS são produzidos em fábrica, assim como as malhas de aço, que são soldadas e fixadas nos painéis. As paredes acabadas formam uma espécie de sanduíche, no qual o miolo é composto por EPS e em ambos os lados há uma camada de argamassa estrutural com a malha de aço no seu interior. O EPS funciona como preenchimento de vazio e isolante termo-acústico. Já, a argamassa e o aço têm função estrutural e são responsáveis por transmitir os esforços para a fundação. O resultado desse processo são paredes como apresentada na Figura 1

Figura 1- Configuração da parede sanduíche com miolo em EPS e camadas externas em argamassa armada



Fonte: Isorecort (2016)

2.1.1 Características do Sistema

A produtividade é um dos principais atrativos do sistema com painéis monolíticos de EPS. A simplicidade de montagem, extrema velocidade e facilidade de manipulação dos painéis proporcionam agilidade na execução de qualquer tipologia de edificação para uso habitacional, industrial ou comercial (EMMEDUE, 2014). Segundo Lueble (2004), o prazo de execução desse sistema costuma ser 70% menor que o do sistema convencional em alvenaria.

Os materiais que compõem o sistema já são conhecidos na construção civil brasileira, porém a maneira como são utilizados é o que diferencia esse método. Com características termo-isolante, o EPS que compõe os painéis proporciona um grande conforto térmico ao usuário e consequentemente, a longo prazo, economia de energia elétrica devido à redução do uso de dispositivos para condicionamento térmico. Os painéis são posicionados facilmente, sem necessidade de equipamentos e maquinários nesse processo, como mostra a Figura 2, onde apenas um

funcionário carrega um dos painéis. Nesse sistema são adotados EPS com propriedades antichamas, evitando dessa forma a propagação de possíveis incêndios. A baixa absorção de umidade também contribui para a escolha desse material, que segundo Lueble (2004), é oito vezes menor que em blocos cerâmicos comuns.

Figura 2- Manuseio dos painéis em EPS



Fonte: Autor (2018)

Considerando que as paredes são estruturais, nesse sistema não há a necessidade de vigas ou pilares, e somado ao emprego do EPS, proporciona um dimensionamento mais econômico das fundações. Segundo estudo realizado por Alves (2015), estima-se que o peso da estrutura transmitido para as fundações seja em torno de 50% menor que no sistema tradicional em alvenaria, e por esse motivo, normalmente são adotadas fundações rasas do tipo *radier* ou sapatas corridas.

Outro dado importante a ser apontado é a redução de resíduos. Estima-se que uma obra em alvenaria convencional são gastos 8% a mais de materiais do que o necessário para a conclusão da mesma (LIMA, 2017). Enquanto isso, no sistema com painéis de EPS se gasta em média 20% do valor gasto com a retirada de

entulhos provenientes de desperdício de uma obra em alvenaria convencional (ALVES, 2015).

A execução do sistema é relativamente simples e não é necessário mão de obra especializada. Normalmente os operários recebem as orientações no próprio canteiro de obras por intermédio de um técnico especializado (LUEBLE, 2004).

2.1.2 Execução do Sistema

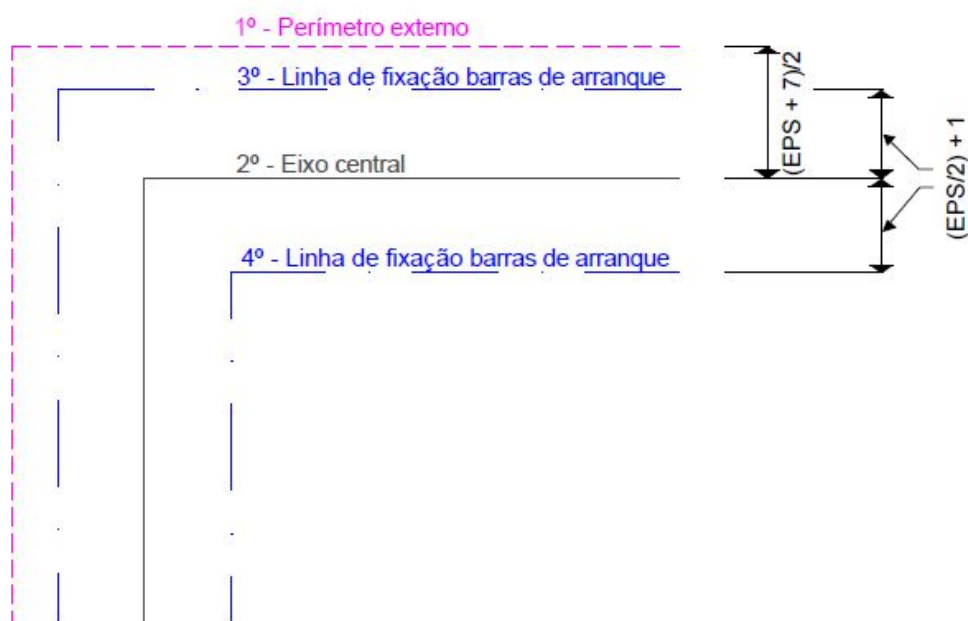
O processo construtivo se inicia como em qualquer outra obra realizada com sistemas convencionais, com a limpeza e planificação do terreno. Segundo Fernando Benigno da Silva (2009) em matéria na revista *téchne*, são necessários para a execução completa de uma residência de 50m² uma equipe com um mestre de obras, dois pedreiros e três ajudantes.

A fundação é definida na concepção do projeto, onde normalmente são adotados *radiers* ou sapatas corridas. O prazo de execução desta etapa, levando em consideração nivelamento, locação, pontos de esgoto, instalações hidráulicas e elétricas e concretagem, está estimado em uma semana (FERNANDO BENIGNO DA SILVA, 2009).

Após a cura do concreto e a obtenção da resistência designada no projeto, inicia-se a etapa de colocação dos painéis. A revista *Téchne* (2009), estima que seja possível a execução de 40 metros lineares por dia, considerando o posicionamento dos painéis e reforço das ligações.

Esta etapa inicia-se determinando as linhas de marcação (locação das paredes), nas quais serão posicionados os painéis. A recomendação é que sejam utilizadas cores distintas para cada linha (como ilustra a Figura 3), evitando dessa forma confusões no momento da instalação (CARDIRACCI, 2014).

Figura 3- Procedimento para a marcação das linhas de locação das paredes



Fonte: Autor (2018)

De acordo com Cardiracci (2014), traça-se primeiramente o perímetro da construção, ou seja, a face externa das paredes. Na sequência, é traçado outra linha, paralela ao perímetro, a qual define o eixo do painel. As linhas que marcam a ancoragem são traçadas em ambos os lados do eixo como é mostrado na Figura 3.

Para a ancoragem são utilizadas barras de aço com bitola de 10 mm, sendo estas fixadas na marcação, espaçadas entre 30 a 40 centímetros, com 10 centímetros de profundidade e 40 centímetros acima do piso (CARDIRACCI, 2014). Deve-se iniciar dos cantos, deixando 20 centímetros de distância dos mesmos e intercalar a face externa com a interna das paredes, como mostra a Figura 4. Para garantir boa aderência das barras ao concreto, é recomendada a utilização de adesivo epóxi estrutural nesse processo.

Figura 4 - Barras de aço intercaladas, fixadas com resina epóxi, para a ancoragem dos painéis



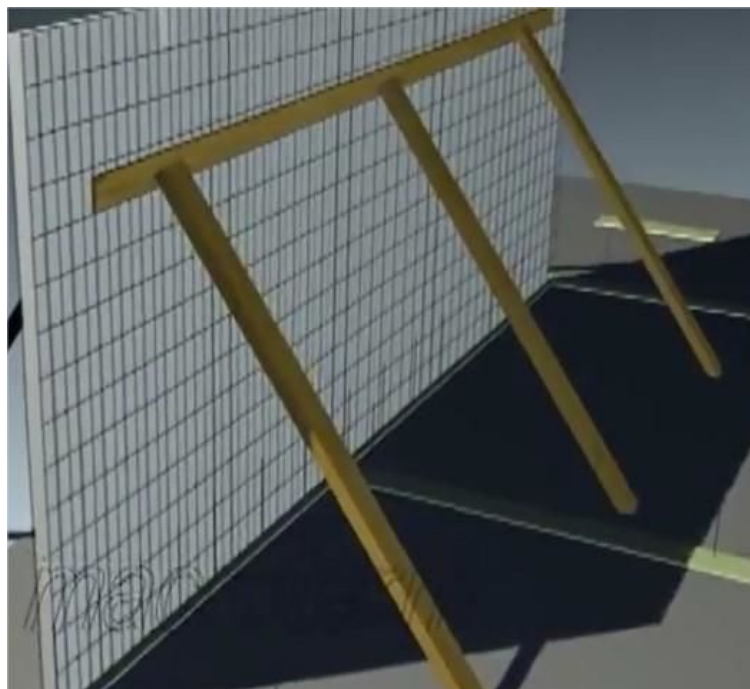
Fonte: Própria (2018)

Segundo Tutikian (2017), recomenda-se que seja feita a impermeabilização da área de contato entre os painéis e a laje, evitando desta forma a ascensão por capilaridade da umidade do solo nas paredes.

Alguns fabricantes fornecem os painéis sob medida e já com armadura fixada, porém quando não for desta forma, o próximo passo é o corte das aberturas onde serão colocadas as esquadrias. É recomendado que esse processo seja realizado com os painéis na horizontal, sobre uma superfície plana (TUTIKIAN, 2017).

Os painéis são posicionados conforme o projeto, encaixando-os nas barras de ancoragem. Para a sustentação e estabilidade, são utilizadas escoras e réguas metálicas ou de madeira, que permanecerão no mesmo lugar até que a argamassa atinja a resistência recomendada em projeto. A recomendação de Cardiracci (2014) é que as réguas sejam posicionadas a dois terços da altura total da parede, como mostra a Figura 5.

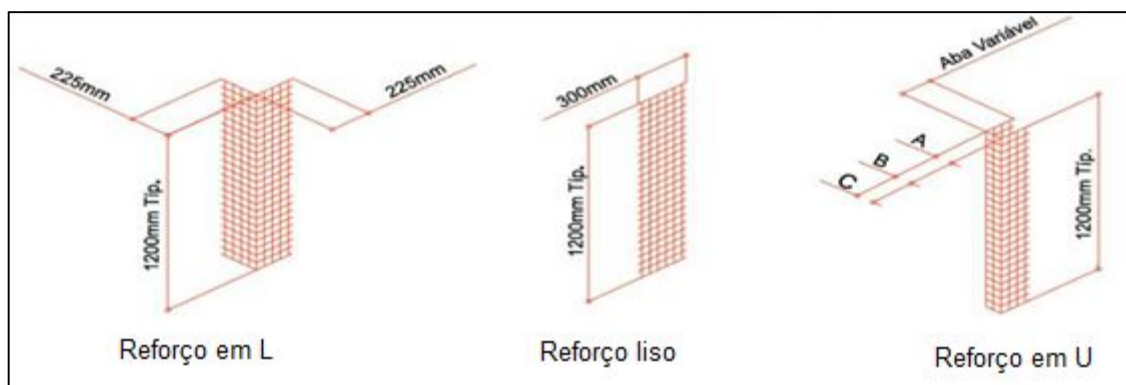
Figura 5 - Escoramento dos painéis



Fonte: Alves (2015)

Algumas regiões como em cantos de aberturas, ligação entre painéis e nas aberturas, são necessários reforços feitos com telas e grampos de aço. As telas de reforço são fornecidas juntamente com os painéis, podendo variar suas dimensões de acordo com cada fabricante. São necessários três tipos de reforços: reforço liso, para a ligação entre painéis e nos vértices das aberturas, L, para os cantos e U, para as aberturas. A Figura 6 mostra os três tipos de reforço.

Figura 6 - Telas para reforço



Fonte: Alves (2015)

Após a completa montagem dos painéis, são feitas as instalações hidrossanitárias e elétricas. Para esse procedimento são utilizados sopradores de ar quente que derretem o EPS, formando sulcos onde são colocadas as tubulações e conduítes. A Figura 7 ilustra esse processo.

Figura 7 - Execução das instalações elétricas e hidrossanitárias nos painéis de EPS



Fonte: Emmedue (2015)

Antes de iniciar a projeção de argamassa estrutural, deve-se verificar o prumo, alinhamento e esquadro das paredes. A primeira camada de argamassa é feita com espessura de aproximadamente dois centímetros, a qual é suficiente para tangenciar a malha de aço (CARDIRACCI, 2014). A segunda camada dará o

acabamento, logo, deve-se executar taliscas e mestras a fim de atingir a espessura final, determinada em projeto (TUTIKIAN, 2017).

Após a execução do revestimento de argamassa, as paredes adquirem uma superfície idêntica aos sistemas tradicionais em alvenaria, e os procedimentos, a partir desse ponto, são realizados da mesma forma que em sistemas convencionais. No entanto, há ainda a possibilidade da adoção do mesmo sistema para a execução das lajes. Porém, devido à baixa adoção dessa tecnologia no país, ainda é mais viável economicamente a utilização de lajes maciças ou pré-moldadas. Dessa forma, não serão abordados os métodos construtivos utilizados para a execução desta etapa pelo sistema de paredes em EPS.

Em virtude de sua eficiência, esse sistema traria inúmeros benefícios para construtores e futuros moradores de empreendimentos do PMCMV. Porém, sua utilização ainda não é permitida dentro do programa. A seguir, serão abordados os aspectos do PMCMV, assim como as possibilidades e o caminho para a inserção de sistemas inovadores, como o sistema monolítico em painéis de EPS, dentro do programa.

2.2 Programa Minha Casa, Minha Vida

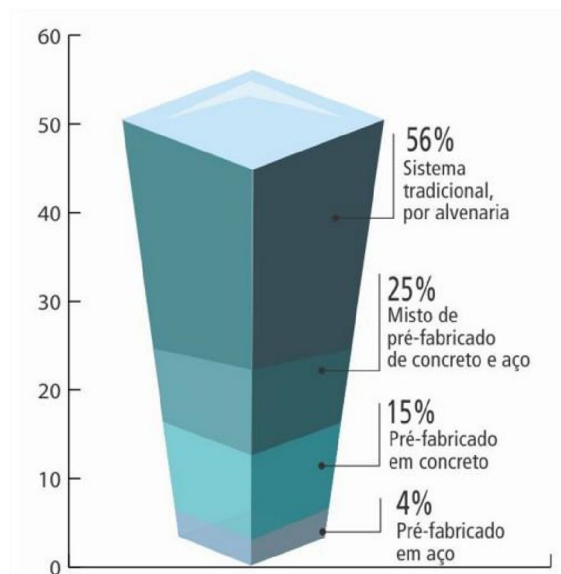
Lançado em 2009, o programa “Minha Casa Minha Vida” (PMCMV) foi criado pelo Governo Federal em parceria com estados, municípios, empresas e entidades sem fins lucrativos para permitir o acesso à casa própria para famílias com renda baixa e média.

O PMCMV inclui uma série de benefícios para quem vai construir ou adquirir imóveis. O principal atrativo são as taxas de juros oferecidas pela Caixa Econômica Federal (CEF), entidade nomeada pelo Governo Federal para promover o processo de seleção e contratação das propostas. Quem vai construir pelo programa dispõe de algumas possibilidades de adesão:

- Construtoras, incorporadoras podem construir e vender o imóvel utilizando o financiamento da CEF;
- Construtoras podem ser contratadas pela CEF;
- Pessoas físicas podem construir utilizando o financiamento para morar no imóvel.

A preferência por sistemas construtivos convencionais é uma realidade na cultura brasileira e, conseqüentemente, dentro do PMCMV. De acordo com Alves (2015), foi realizada, pela revista “Grandes Construções”, uma pesquisa com empresas do ramo da construção civil referente à escolha dos sistemas construtivos adotados. Segundo a mesma, aproximadamente 56% dos entrevistados preferem a alvenaria convencional como sistema construtivo. A Figura 8 mostra o resultado dessa pesquisa.

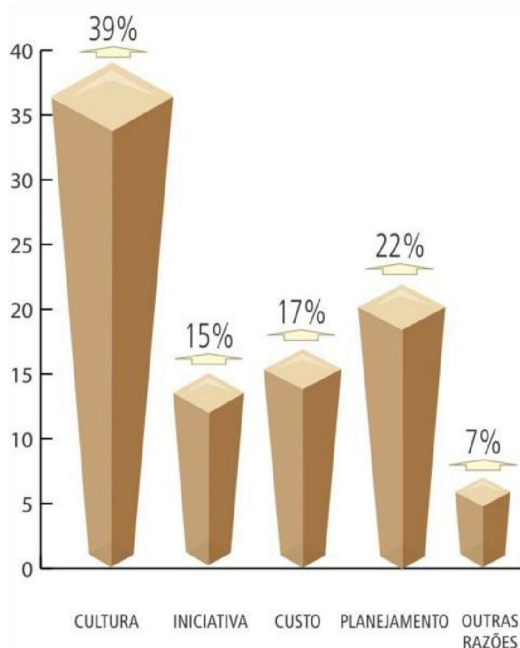
Figura 6 - Sistemas construtivos adotados no Brasil



Fonte: Alves (2015)

Ainda na mesma pesquisa, foram apontados os principais motivos pelos quais são escolhidos tais sistemas construtivos, conforme pode ser observado na Figura 9.

Figura 7 - Principais motivos da adoção de sistemas construtivos tradicionais



Fonte: Alves (2015)

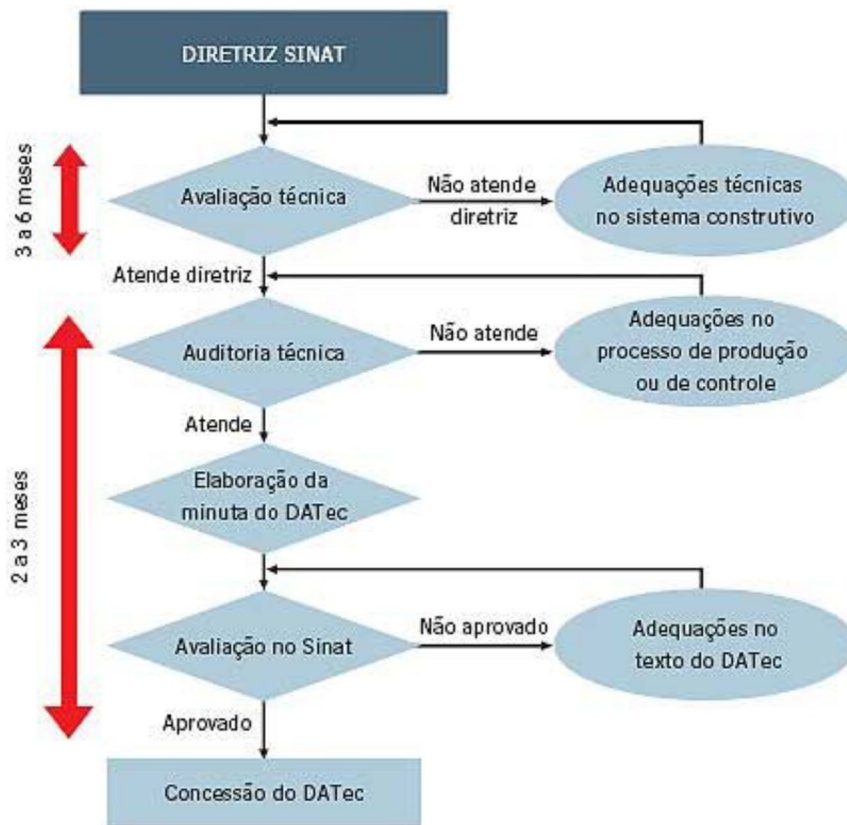
Observa-se na Figura 9 que a questão cultural prevalece na hora de optar por um sistema construtivo convencional. Esse sentimento de desconfiança com novos sistemas muitas vezes se deve ao fato de não existirem documentos com respaldo técnico que assegurem seu desempenho. A falta destes documentos traz, também, outro problema, o impedimento de participar de programas federais, como o PMCMV.

Considerando apenas os aspectos de engenharia, é fundamental para a aprovação de projetos do PMCMV junto à CEF, que o empreendimento atenda às normas técnicas brasileiras. Quando se tratam de sistemas construtivos inovadores, que ainda não apresentam normas vigentes no país, esse requisito acaba criando

certa dificuldade para as empresas que querem utilizar novas tecnologias no programa. Para solucionar esse problema e incentivar a modernização da construção civil, o Governo Federal criou um sistema que avalia o desempenho de novas tecnologias construtivas, o SINAT.

O Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT) é uma vertente do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do habitat (PBQP-h). De acordo com o site do Ministério das Cidades, o principal objetivo da criação do SINAT é estimular a inovação tecnológica e aumentar as opções tecnológicas disponíveis para a produção habitacional (BRASIL, 2018). Esse sistema é composto por diretrizes que estabelecem os requisitos e critérios exigíveis para a avaliação da tecnologia. O conteúdo dessas diretrizes é composto pelos procedimentos de avaliação a serem adotados para cada sistema construtivo inovador, como metodologia para ensaios e parâmetros de desempenho a serem atendidos. Para que um sistema construtivo seja reconhecido pelo SINAT, a empresa detentora da tecnologia deve passar por uma série de testes e ensaios realizados de acordo com a diretriz referente ao sistema por um Instituto Técnico Avaliador (ITA). O documento elaborado a partir da avaliação técnica do ITA que valida, reconhece e contém todos os resultados e condições de execução, operação, uso e manutenção do produto é o Documento de Autenticidade Técnica (DATec). A Figura 10 mostra o caminho a ser percorrido pela empresa interessada na obtenção do DATec.

Figura 8 - Diagrama do processo de obtenção do DATec



Fonte: Téchne (2009)

Algumas empresas e seus respectivos sistemas construtivos já obtiveram sucesso na obtenção do DATec. É o caso da TECVERDE, empresa detentora da tecnologia *Light Wood Framing*, no Brasil. Recentemente foi executado por esta empresa em Curitiba, um empreendimento pelo PMCMV utilizando essa tecnologia. Segundo a CEF (2016), foram construídas 66 residências em apenas 6 meses, quase metade do prazo de uma obra em alvenaria convencional. Além disso, a satisfação dos moradores também se mostrou bastante positiva em relação ao desempenho da edificação.

É importante que todos os procedimentos de execução sejam acompanhados por um técnico habilitado, principalmente quando se trata de um sistema inovador, respeitando sempre as especificações do projeto. Alguns

documentos, como o Caderno de Encargos, auxiliam neste controle, facilitando e dando maior agilidade aos processos de execução da obra.

2.3 Caderno de Encargos

A norma que define as especificações exigíveis para a elaboração do Caderno de Encargos (CE) para edificações em geral é a NBR 12219 (1992). Segundo esta norma, o CE é um “conjunto de discriminações técnicas, critérios, condições e procedimentos estabelecidos pelo contratante para a contratação, execução de serviços e/ou obras”.

Em publicação no seu blog da PINI, Mattos (2018) define o caderno de encargos como “uma coletânea de orientações editadas geralmente pela empresa contratante, de forma a uniformizar condutas dos projetistas, construtores e fiscais de obra”. Mattos (2018) ainda aponta algumas das principais funções do Caderno de Encargos:

- Padronizar projetos de forma a garantir identidade nas obras da empresa, melhorando a repetitividade;
- Disciplinar a atuação das empresas contratadas, que pautarão sua ação pelos termos estipulados no caderno;
- Praticidade operacional, porque evita que o órgão contratante tenha que explicar tudo nos mínimos detalhes a cada contratação.

Queiroz (2001) define o Caderno de Encargos como um documento elaborado ainda na fase de projeto onde são determinadas as especificações técnicas do empreendimento, ou seja, a caracterização dos materiais, equipamentos, componentes e serviços que compõem uma obra. Segundo o autor, esse documento define o padrão de acabamento, técnicas e métodos construtivos e influem nos custos e prazos da obra.

Apesar de existir uma norma que define algumas especificações para os CEs, Queiroz (2001) destaca que a ABNT não tem recomendações especiais para a elaboração deste documento, porém algumas formas já são consagradas pelo seu uso.

Cleto et al. (2006) fazem um levantamento histórico do desenvolvimento deste documento no Brasil, no qual o primeiro a ser apontado é uma publicação de 1939, elaborado pelo engenheiro civil Paulo Costa a partir de suas anotações pessoais. Segundo o autor do documento, seus anos de prática na construção civil mostrou-lhe uma necessidade de “fixar normas técnicas gerais com o fim de reduzir a um mínimo as questões possíveis de controvérsia, criando, assim, um melhor e mais claro entendimento entre os interessados”. Na época não existia a ABNT e não são encontradas referências a normas estrangeiras neste documento.

Em 2009 foi publicada pela editora PINI a última edição do livro caderno de encargos, do engenheiro civil Milber Fernandes Guedes. Composto por 846 normas, este livro é dividido em três capítulos: Generalidades, procedimentos e materiais e equipamentos. Segundo o autor da obra, em entrevista para a PINI (2009), “o livro não tem a pretensão de esgotar os assuntos, e sim de dar elementos para ajudar na conclusão dos estudos”.

Para Queiroz (2001), as especificações do CE devem ser divididas em dois tipos: as de materiais e as de serviço, nos quais apresentam abordagens distintas devido as suas características.

As especificações de materiais ou de acabamentos determinam os materiais que serão empregados em cada local da obra. Definem quais características cada um deles deve apresentar como marca, modelo, dimensões, cores, etc. Podem ser apresentadas de maneira geral, definindo um padrão de qualidade ou individualmente, caracterizando cada material. Devem ser elaboradas buscando-se obter resultados otimizados e, para que isso seja alcançado, alguns aspectos devem ser considerados como respeito aos princípios da sustentabilidade, padrão de acabamento desejado, aspectos estéticos e de higiene, durabilidade,

custo de manutenção, compatibilidades físicas e químicas e conforto em sua utilização (QUEIROZ, 2001).

As especificações de serviço determinam, de maneira mais detalhada possível, como deverão ser executados e por quem poderá ser feito cada serviço da obra, como por exemplo, o tipo de fundação e como deverá ser executada; modo de assentamento de pisos; execução de instalações, etc. (QUEIROZ, 2001).

Um exemplo é o Caderno de Encargos elaborado pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), no qual contempla todas as etapas e serviços de execução das obras na instituição. Segundo os autores, a criação deste documento visa estabelecer um novo patamar de eficiência e confiabilidade nas obras realizadas no campus, elevando os ganhos de produtividade e qualidade (UNICAMP, 2004).

O caderno de encargos da Unicamp (2004) esclarece ainda que, a utilização rigorosa deste documento, objetiva prolongar a vida útil das construções, elevando a qualidade dos serviços prestados e com isso, evitar futuras obras para correções de serviços executados de maneira incorreta.

Considerando sua função, as especificações contidas nos Cadernos de Encargos acabam assumindo um papel de extrema importância para muitos profissionais envolvidos no empreendimento, tais como arquitetos, engenheiros responsáveis pelo cálculo estrutural e de instalações, responsáveis técnicos pela construção, orçamentistas, etc.

O sistema construtivo no qual aqui se propõe a elaboração de um Caderno de Encargos carece ainda de documentos como este no país. Dessa forma, sua criação traria ainda mais credibilidade a esse sistema inovador que já possui tantos benefícios, colaborando para a obtenção de DATec's e sua aceitação em programas de financiamento habitacional como o PMCMV.

3 METODO DE PESQUISA

No âmbito de colaborar na implantação do sistema de paredes constituídas por painéis de EPS no PMCMV, adotou-se um projeto de uma residência (Apêndice A), no qual foi elaborado especialmente para um empreendimento deste programa, como referência para a elaboração do Caderno de Encargos. Este projeto foi cedido pela empresa Anubis Construtora e Incorporadora, que autorizou seu uso para fins acadêmicos. A residência possui pouco menos que 55 m² e seu projeto foi desenvolvido considerando a forma tradicional de construção, com vigas, pilares e vedação em blocos cerâmicos. A mesma deve ser implantada em um futuro residencial localizado no município de Palhoça.

Utilizando a diretriz SINAT 011, na qual constam quais os procedimentos e critérios que devem ser utilizados para avaliar o sistema durante a execução do mesmo, foi elaborado um método para a utilização do sistema monolítico em painéis de EPS na execução da residência que atenda aos critérios descritos neste documento. Foram também analisadas algumas DATec's, já concedidas pelo SINAT a sistemas inovadores, a fim de estudar os métodos adotados pela detentora da tecnologia para o controle da execução do sistema.

Algumas empresas nacionais e internacionais fabricantes de painéis oferecem aos seus clientes um manual técnico, contendo as informações necessárias para a correta utilização do seu sistema. Foram utilizados alguns desses materiais para consulta e elaboração do Caderno de Encargos.

Foi feito ao longo da elaboração deste trabalho, acompanhamento às obras realizadas pela empresa Ecolife, construtora que adota o sistema monolítico em painéis de EPS em seus empreendimentos, com o propósito de observar os procedimentos de execução adotados pela mesma.

O Caderno de Encargos foi dividido em etapas, onde cada uma delas corresponde a uma fase de execução da obra. Nesses tópicos estão definidos os

meios que devem ser adotados para uma correta utilização do sistema monolítico em painéis de EPS, tais como ferramentas, materiais, metodologia de execução, etc.

As especificações de elementos que fazem parte de sistemas convencionais foram embasada na portaria nº 269/2017 do Ministério das Cidades, a qual define os requisitos mínimos para obras do PMCMV.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A partir de estudos de diversos manuais construtivos, normas técnicas e da vivência em obra, chegou-se a uma proposta de caderno de encargos para a execução de habitações de interesse social em empreendimentos financiados pelo PMCMV. Tentou-se propor um documento de fácil compreensão, onde os principais aspectos da utilização do sistema construtivo monolítico em painéis de EPS tiveram ênfase, com uma descrição mais detalhada. Em seu conteúdo também foram abordados os requisitos mínimos, nos quais o projeto deve se enquadrar, para o financiamento do imóvel pelo programa “Minha Casa, Minha Vida”.

Através desta proposta, pretende-se disseminar a utilização do sistema construtivo monolítico em painéis de EPS às classes sociais menos favorecidas e assim, estabelecer um padrão de qualidade mais elevado para as residências construídas a este público.

Além disso, com o auxílio do Caderno de Encargos aqui proposto, empresas interessadas na utilização do sistema construtivo monolítico em painéis de EPS podem estabelecer um padrão na execução de seus empreendimentos, facilitando a obtenção de DATec's, junto ao SINAT.

Embora tenha sido baseado em um único projeto, este caderno de encargos possui características genéricas, podendo ser utilizado para a execução de outros projetos, semelhantes ao adotado neste estudo.

No Apêndice A é apresentada a proposta de Caderno de Encargos elaborada a partir desta pesquisa. Ele possui 30 páginas e foi elaborado respeitando todos os preceitos da engenharia.

5 CONCLUSÃO

A proposta de caderno de encargos para a execução de casas populares utilizando um sistema construtivo diferenciado e inovador traz consigo a tentativa de modernizar a construção civil brasileira, principalmente as camadas menos favorecidas da população.

O PMCMV, que atende este público na maioria dos casos, estabelece uma política diferenciada quando tratam de sistemas construtivos inovadores, principalmente por falta de informação a respeito do assunto. A confiabilidade nesses sistemas depende, principalmente, de trabalhos como este desenvolvido aqui, que trata o sistema como algo confiável e mostra de forma clara e concisa como utilizá-lo.

Ao longo da elaboração deste trabalho observou-se, nas visitas feitas em obra, que em muitos momentos faz-se necessário a consulta a alguma referência que determine a correta utilização do sistema. Nestas situações, os operários acabam tendo que parar a execução e procurar uma forma de solucionar o problema. Com o documento desenvolvido neste trabalho em mãos, este tipo de problema não ocorreria e traria mais agilidade no processo construtivo. Além disso, o Caderno de Encargos evitaria que possíveis decisões errôneas sejam tomadas e que, em consequência disso, ocorram futuras patologias ou insatisfação do usuário com o sistema Monolítico em painéis de EPS.

REFERÊNCIAS

Agencia CAIXA de notícias. **CAIXA financia o primeiro prédio construído em madeira no Brasil. 2016.** Disponível em: <<http://www20.caixa.gov.br/Paginas/Noticias/Default.aspx?newsID=4302>>. Acesso em: 03 abr. 2018.

ALVES, João Paulo de Oliveira. **Sistema Construtivo em Painéis de EPS.** 2015. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2015

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12219: **Elaboração de Caderno de Encargos para Execução de Edificações.** Rio de Janeiro, 1992.

BERNARDO FONSECA TUTIKIAN (Rio Grande do Sul). IttPerformance (Org.). **Relatório Técnico de Avaliação.** 008. ed. São Leopoldo: Unisinos, 2017.

BRASIL. **Regimento nº 13, de 06 de janeiro de 2017.** Regimento Específico da Especialidade Técnica Execução de Obras. Brasília.

BRASIL. Diretriz Sinat nº 011, de 2014. **Paredes, Moldadas no Local, Constituídas Por Componentes de Poliestireno Expandido (eps), Aço e Argamassa, Microconcreto e Concreto.** Brasília, jun. 2014.

CANDIRACCI, Angelo (Org.). **Manual Técnico Emmedue.** Granada: Suminsa, 2014

CLETO, Fabiana R.; MITIDIERI FILHO, Cláudio V.; CARDOSO, Francisco F.. **Documentos Técnicos de Referência para a Construção Civil Brasileira.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUTIVO, 11., 2006, Florianópolis. Artigo. Florianópolis: Usp, 2006. p. 1 - 10.

FERNANDO BENIGNO DA SILVA. Téchné. **Paredes estruturais com painéis de EPS.** 151. ed. São Paulo: Pini, 2009. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/151/sistemas-construtivos-paredes-estruturais-com-paineis-de-eps-287692-1.aspx>>. Acesso em: 06 mar. 2018

GARCIA, Rafael Cypriano. **Método Construtivo Monolite: Um Estudo de Caso Comparativo de Custos com o Método Convencional.** 2009. 28 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Católica de Salvador, Salvador, 2009.

LIMA, Tomás. **Como evitar desperdícios na obra com planejamento na construção civil.** 2017. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/como-evitar-desperdicios/>>. Acesso em: 03 abr. 2018.

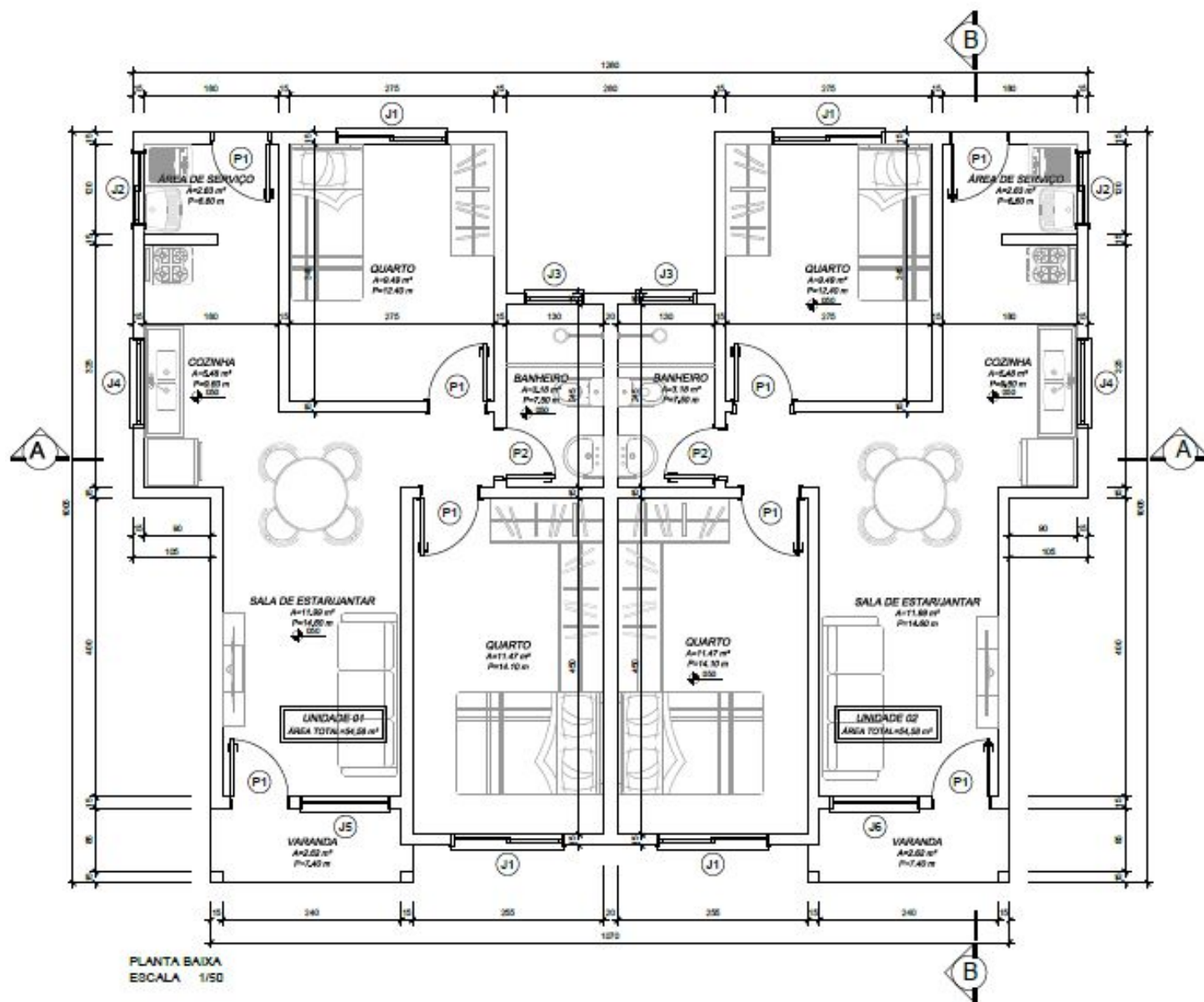
LUEBLE, Ana Regina Ceratti Pinto. ***Construção de Habitações com Painéis de Eps e Argamassa Armada***. In: X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 10.,2004, São Paulo. Artigo...São Paulo: ISBN, 2004. p. 1-9.

MATTOS, Aldo Dórea. ***O que é um Caderno de Encargos***. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/o-que-e-um-caderno-de-encargos-308724-1.aspx>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

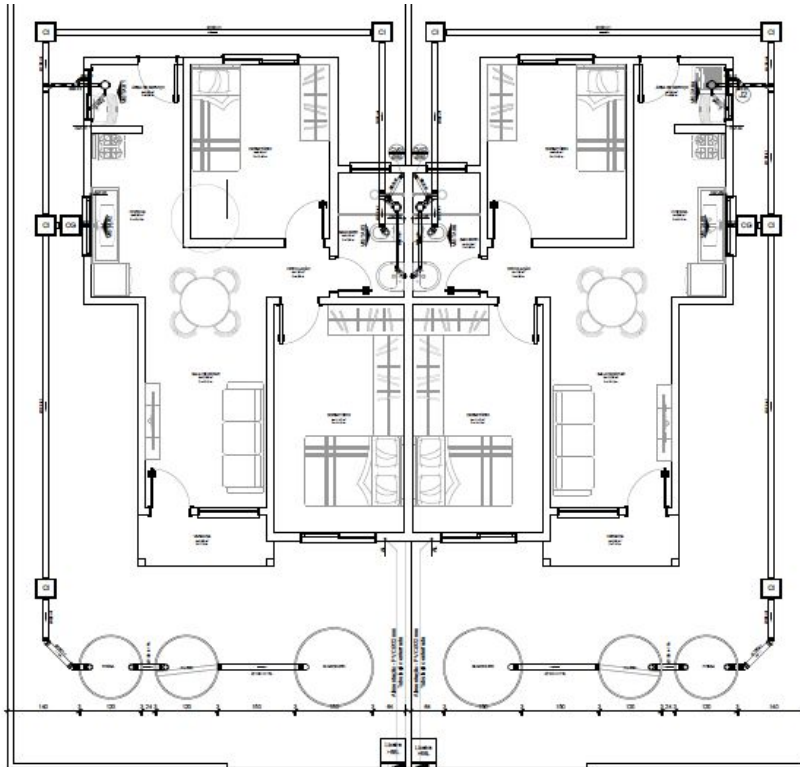
TELAMARCK. ***Manual de montagem sistema EPS***. São José do Rio Preto, s.d.

APENCICE A – PROPOSTA DE CADERNO DE ENCARGOS

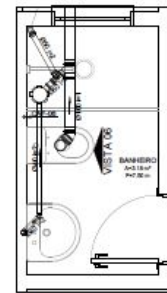
ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO



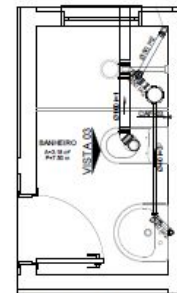
ANEXO B – PROJETO HIDROSSANITÁRIO



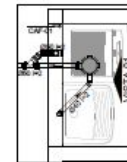
PLANTA BAIXA
ESCALA 1/50



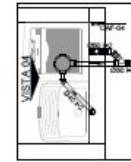
DETALHAMENTO
ESCALA 1/25



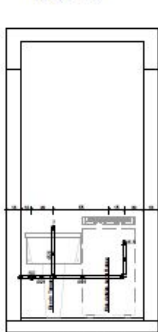
DETALHAMENTO
ESCALA 1/25



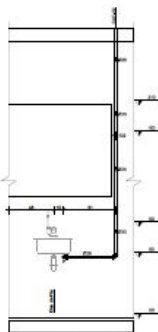
DETALHAMENTO
ESCALA 1/25



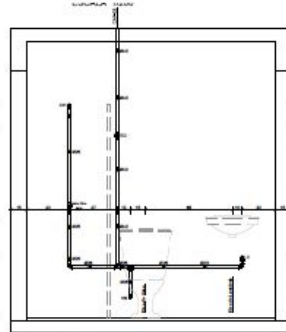
DETALHAMENTO
ESCALA 1/25



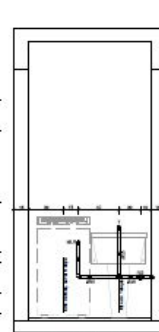
LAVANDERIA: VISTA 01
Escala: 1/25



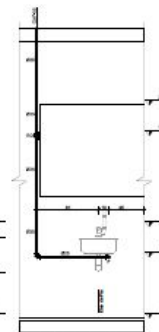
COZINHA: VISTA 02
Escala: 1/25



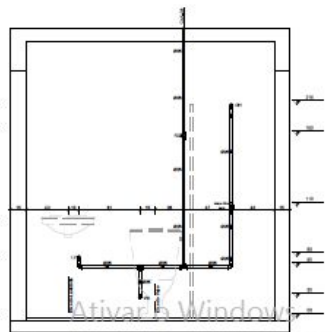
BWC: VISTA 03
Escala: 1/25



LAVANDERIA: VISTA 01
Escala: 1/25

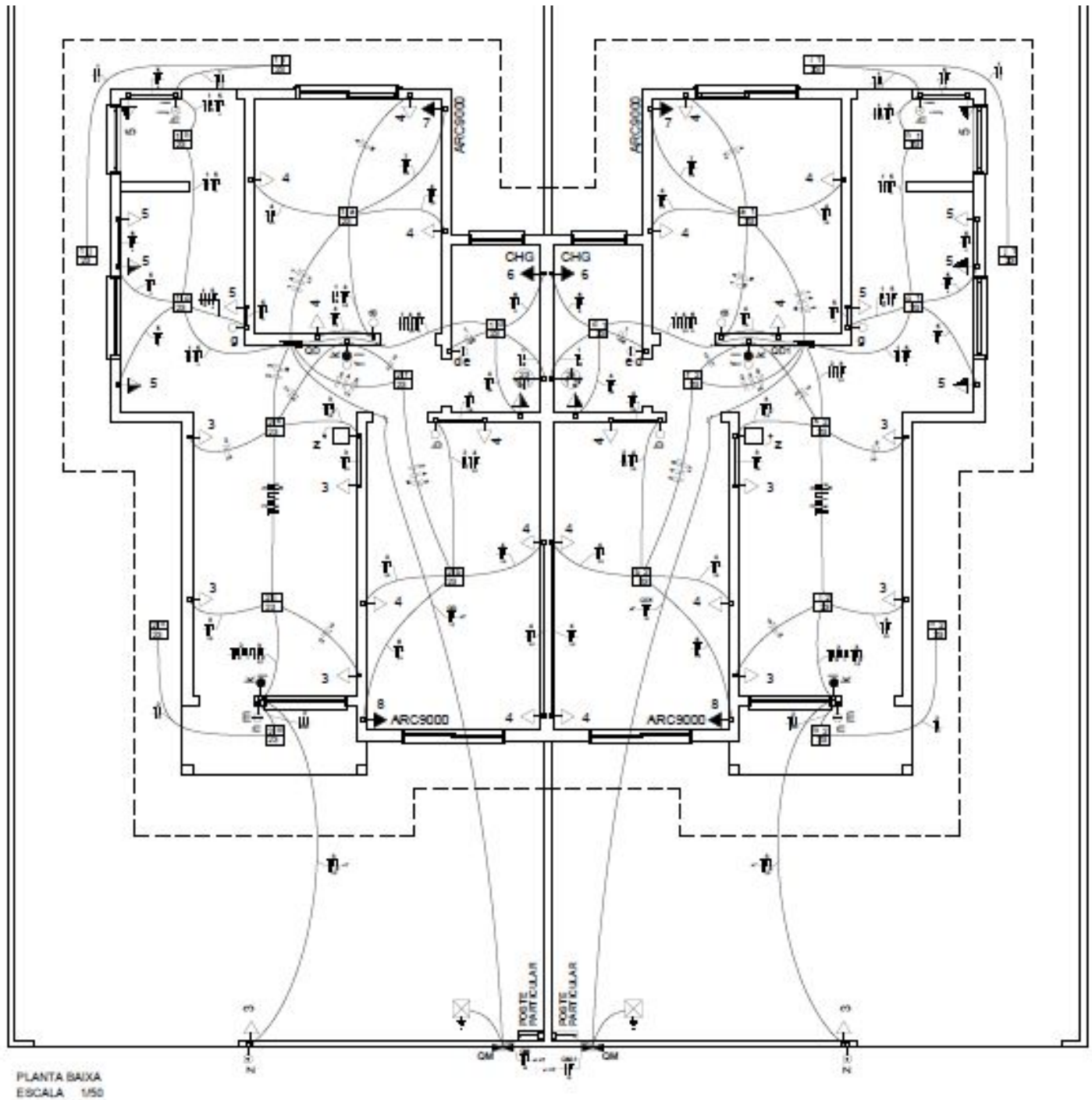


COZINHA: VISTA 02
Escala: 1/25



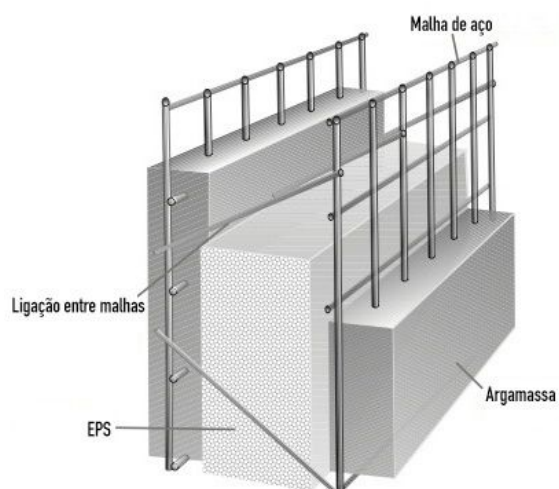
BWC: VISTA 03
Escala: 1/25

ANEXO C – PROJETO ELÉTRICO



CADERNO DE ENCARGOS

Utilização do sistema construtivo Monolítico em painéis de EPS na execução de habitações de interesse social



LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Locação dos pontos de ancoragem dos painéis	12
Figura 2 - Fixação das barras de ancoragem.....	13
Figura 3 - Ordem de montagem dos painéis	15
Figura 4 - Posicionamento dos painéis nas barras de arranque	15
Figura 5 - Instalação do escoramento dos painéis	16
Figura 6 - Reforços da malha de aço	17
Figura 7 - Instalação dos reforços em "L".....	18
Figura 8 - Instalação dos reforços em "U"	18
Figura 9 - Instalação dos reforços lisos, com inclinação de 45°, nos cantos de aberturas	19
Figura 10 - Colocação das instalações nos painéis	21
Figura 11- Proteção dos componentes antes da aplicação da argamassa	22
Figura 12 - Aplicação da primeira camada de argamassa estrutural	26
Figura 13 - Aplicação da segunda camada de argamassa estrutural.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Critérios de aceitação dos materiais referentes à etapa de instalação dos painéis.....	9
Tabela 2 - Condições de armazenamento dos materiais referentes à etapa de instalação dos painéis	10
Tabela 3- Traço da argamassa estrutural.....	Erro! Indicador não definido.
Tabela 4 - Critérios de aceitação dos materiais referentes a etapa de aplicação de argamassa.....	24
Tabela 5 - Condições de armazenamento dos materiais referentes à etapa de aplicação da argamassa.....	25

SUMÁRIO

1	Introdução.....	6
2	Condições Gerais	6
2.1	Equipamentos de segurança	6
2.2	Materiais	6
3	Fundação.....	7
4	Instalação dos Painéis de EPS.....	7
4.1	Descrição Geral do Serviço	7
4.2	Materiais	8
4.2.1	Lista de Materiais	8
4.2.2	Critérios de Aceitação.....	8
4.2.3	Armazenamento	9
4.3	Equipamentos.....	10
4.4	Execução	11
4.4.1	Locação dos Painéis	11
4.4.2	Fixação das Barras de Arranque	12
4.4.3	Montagem do Painéis.....	14
4.4.4	Reforços	17
5	Instalações Elétricas e Hidrossanitárias	19
5.1	Descrição geral do serviço	19
5.2	Materiais	19
5.2.1	Lista de materiais	19
5.2.2	Critérios de aceitação	20
5.2.3	Armazenamento	20
5.3	Equipamentos.....	20
5.4	Execução das Instalações.....	20
6	Preparo e Aplicação da Argamassa Estrutural	22
6.1	Descrição geral do serviço	22

6.2	Materiais.....	23
6.2.1	Materiais necessários.....	23
6.2.2	Critérios de aceitação.....	23
6.2.3	Armazenamento.....	24
6.3	Equipamentos.....	25
6.4	Execução.....	25
6.4.1	Preparo da argamassa.....	25
6.4.2	Aplicação da primeira camada de argamassa.....	26
6.4.3	Aplicação da segunda camada de argamassa.....	27
7	Laje.....	28
8	Demais Procedimentos.....	28
8.1	Cobertura.....	29
8.2	Esquadrias.....	29
8.2.1	Portas.....	29
8.2.2	Janelas.....	29
8.3	Revestimentos.....	30
8.3.1	Paredes de áreas molhadas.....	30
8.3.2	Piso.....	30
8.4	Pintura.....	30

1 Introdução

Este documento reúne as boas práticas para a execução do projeto anexo, no qual foi projetado nos padrões estabelecidos pelo programa “Minha Casa, Minha Vida”. O sistema construtivo adotado é conhecido como Monolítico em painéis de EPS e todos os procedimentos relacionados à utilização desse sistema foram baseados em documentos técnicos elaborados por empresas do ramo e instituições avaliadoras, normas técnicas e acompanhamento à obra de empresa especializada neste sistema construtivo.

Os procedimentos aqui descritos especificam o processo para a execução dos elementos que fazem parte do sistema Monolítico ou que, de alguma forma, possuem alguma alteração no processo de execução, em relação aos métodos tradicionais, em consequência do uso desse sistema. Os demais procedimentos, executados de modo convencional, são descritos com base nos critérios estabelecidos pelo programa Minha Casa, Minha Vida.

2 Condições Gerais

2.1 Equipamentos de segurança

Devem ser utilizados em todas as etapas da obra, os equipamentos de segurança de uso individual (EPI), recomendados pela Norma Regulamentadora (NR) 6.

2.2 Materiais

Todos os materiais devem ser novos, de primeira qualidade e obedecerem às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Os materiais que não possuem normas vigentes devem estar de acordo com as

condições estabelecidas pela diretriz nº011, do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT).

3 Fundação

O sistema construtivo Monolítico em painéis de EPS aceita qualquer tipo de fundação. No entanto, é comum a utilização de *radier* para este sistema, já que a distribuição das cargas se dá ao longo das paredes. A escolha dependerá das condições do solo, disponibilidade de materiais e mão de obra de cada local.

As normas que definem as especificações para a execução deste elemento são a NBR 6122:2010 – Projeto e Execução de Fundações; e a NBR 12655:2015 - Concreto de cimento Portland — Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento.

4 Instalação dos Painéis de EPS

4.1 Descrição Geral do Serviço

O processo de montagem dos painéis dá início aos procedimentos de utilização do sistema construtivo Monolítico em Painéis de EPS. A quantidade de painéis a ser encomendada é calculada com base no perímetro das paredes da residência a ser construída. As dimensões dos painéis podem variar de acordo com cada fabricante, logo o quantitativo deve ser feito levando-se em consideração o fornecedor adotado em cada obra.

Não há, até este momento, normas técnicas que regularizam os processos desta etapa. Os procedimentos aqui descritos são baseados em documentos técnicos elaborados por instituições avaliadoras, empresas do ramo e acompanhamento às obras de empresa especializada no sistema monolítico em painéis de EPS.

O prazo previsto para a conclusão desta etapa é de três dias, considerando o projeto base deste Caderno de Encargos e com 5 operários na obra.

4.2 Materiais

4.2.1 Lista de Materiais

- ✓ Adesivo estrutural epóxi;
- ✓ Painéis de EPS com malha de aço eletrossoldada;
- ✓ Tinta impermeabilizante asfáltica;
- ✓ Barras de aço 5/16" (8mm) cortadas com 50 cm de comprimento;
- ✓ Reforços em malha de aço eletrossoldada;
- ✓ Grampos de aço CA 60 para pistola de grampos.

4.2.2 Critérios de Aceitação

A Tabela 3 define os requisitos e o método avaliativo a ser empregado durante o recebimento dos materiais que necessitam ser avaliados durante seu recebimento no canteiro de obras.

Tabela 1 - Critérios de aceitação dos materiais referentes à etapa de instalação dos painéis

Componente	Característica a analisar	Requisito	Método de avaliação
Painéis			
EPS	Tipo	Conforme especificação de projeto	Relatório de ensaio fornecido pelo fabricante
	Absorção de água		
	Massa específica		
	Identificação para permitir rastreabilidade	-	Visual
Malha de aço e reforços	Dimensões	Caracterização geométrica	Medição com paquímetro ou trena metálica
	Tipo de proteção contra corrosão	Conforme especificação de projeto	Relatório de ensaio ou análise de projeto
Barras de arranque			
-	Oxidação	Baixo grau de oxidação (superficial)	visual
	presença de dobras	Sem dobras	
		Categoria e diâmetro nominal do aço	Conforme especificação de projeto
Adesivo estrutural			
-	Características	conforme especificação de projeto	Verificação do rótulo
	Validade	Dentro do prazo	
Tinta impermeabilizante asfáltica			
-	Características	conforme especificação de projeto	Verificação do rótulo
	Validade	Dentro do prazo	

4.2.3 Armazenamento

A Tabela 4 define as condições nas quais os materiais devem ser armazenados no canteiro de obras.

Tabela 2 - Condições de armazenamento dos materiais referentes à etapa de instalação dos painéis

Material/Componente	Armazenamento
Painéis	Em posição horizontal, sobre superfície plana, limpa e arejada, com empilhamento máximo de vinte painéis.
Telas de reforço	Sem contato com solo ou poças de água e em local limpo e arejado.
Barras de arranque	Armazenamento sobre pontaletes, sem contato com o solo ou poças de água.
Adesivo	Em local seco e arejado
Tinta impermeabilizante	

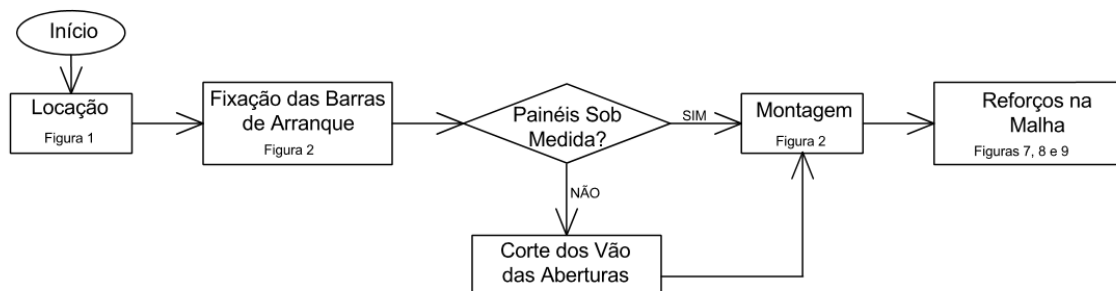
4.3 Equipamentos

- ✓ Linha para locação dos painéis;
- ✓ Furadeira elétrica;
- ✓ Broca de aço 9 mm;
- ✓ Réguas metálicas*;
- ✓ Escoras metálicas reguláveis*;
- ✓ Pistola de grampos;
- ✓ Serra elétrica para aço;
- ✓ Serrote;
- ✓ Prumo;
- ✓ Esquadro.

*Podem ser substituídas por réguas de madeira

4.4 Execução

O diagrama a seguir mostra, de forma simplificada, o processo de execução da etapa de montagem dos painéis.



4.4.1 Locação dos Painéis

A locação dos painéis é definida por quatro linhas traçadas sobre o *radier* que identificam a posição na qual os painéis devem ser posicionados. Devem-se diferenciar as cores de cada uma das linhas para que não haja confusão no momento da fixação das barras de arranque. A execução desta etapa deve ser efetuada de acordo com os passos a seguir:

1. Partido de um ponto de referência, como muros ou edificações vizinhas, aplicar cotas acumuladas e definir os pontos de início e fim da face externa de cada parede;

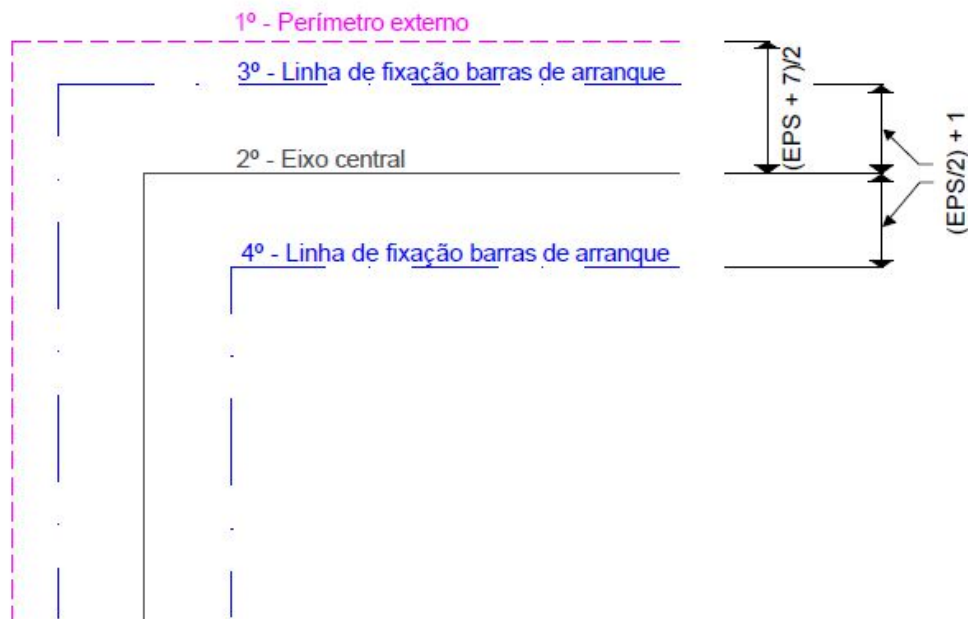
2. Traçar a linha do perímetro externo das paredes com base nos pontos definidos no item 1;

3. Marcar o eixo central dos painéis, paralelo à linha do item 2, a uma distância equivalente à **(espessura do EPS + 7)/2**;

4. Traçar as linhas que definem os pontos onde serão fixadas as barras de arranque. Estas linhas devem ser traçadas paralelas ao eixo central a uma distância equivalente à **(espessura do EPS / 2) + 1**.

A Figura 1 ilustra a ordem na qual as linhas devem ser traçadas e as distâncias de suas respectivas referências.

Figura 1- Locação dos pontos de ancoragem dos painéis



Fonte: Autor (2018)

4.4.2 Fixação das Barras de Arranque

As barras de arranque auxiliam durante a montagem dos painéis, servindo como referência para o alinhamento dos mesmos. Além disso, consolida estruturalmente as interfaces das paredes com a fundação após a cura da argamassa estrutural. A execução desta etapa deve ser efetuada de acordo com os passos a seguir:

1. Sobre as linhas de ancoragem, marcar os pontos de perfuração. Iniciar a marcação pelos cantos, deixando 20 cm de distância dos mesmos. Em seguida,

avançar a marcação deixando 40 cm de distância entre cada ponto, intercalando as duas linhas de ancoragem;

2. Perfurar o *radier* nos pontos definidos no item 1, utilizando furadeira elétrica e broca 9mm, com aproximadamente 10 cm de profundidade;

3. Com os furos feitos e livres de qualquer sujeira, fixar as barras de aço utilizando adesivo estrutural (Figura 2). Começar pelas barras relativas à linha de ancoragem externa e só após a montagem dos painéis, fixar as demais barras, facilitando futuramente o procedimento de montagem dos painéis. Antes do próximo passo, aguardar o tempo de secagem do adesivo estrutural, recomendado pelo fabricante;

Figura 2 - Fixação das barras de ancoragem



Fonte: Autor (2018)

4. Com a superfície limpa e seca, aplicar duas demãos cruzadas de pintura impermeabilizante asfáltica, ou produto similar, sobre o *radier* em toda a delimitação das paredes, e aguardar o tempo de secagem recomendado pelo fabricante.

4.4.3 Montagem do Painéis

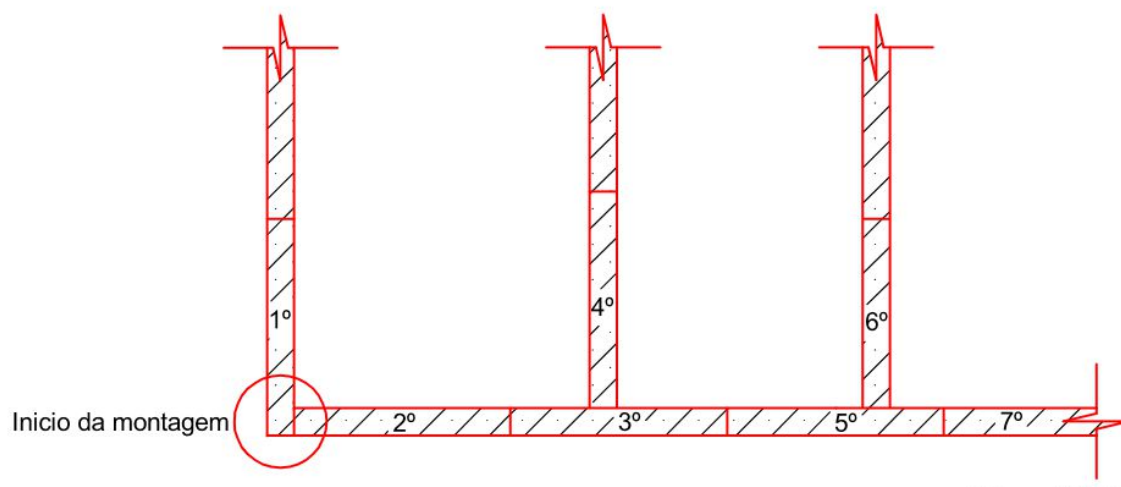
Podem existir duas possibilidades de fornecimento dos painéis. Alguns fabricantes fornecem em tamanho padrão e qualquer modificação que seja necessário efetuar, deve ser feito pelo cliente. No outro caso, o corte para a abertura dos vãos onde serão posicionadas as esquadrias já é feito em fábrica, de acordo com cada projeto.

Para painéis feitos sob medida, seguir os passos a partir do item 2. Do contrário, efetuar a execução desta etapa de acordo com os passos a seguir:

1. Marcar o local de cada abertura de acordo com o projeto e fazer o corte com os painéis na posição horizontal, sobre superfície plana. Utilizar serra elétrica ou alicate para o corte da malha de aço e serrote para o EPS.

2. Iniciar a montagem dos painéis por um dos cantos e seguir de acordo com a ordem do exemplo da Figura 3, sendo estes encaixados de tal maneira que as barras de arranque fiquem posicionadas no espaço entre o EPS e a malha de aço (Figura 4);

Figura 3 - Ordem de montagem dos painéis



Fonte: Autor (2018)

Figura 4 - Posicionamento dos painéis nas barras de arranque



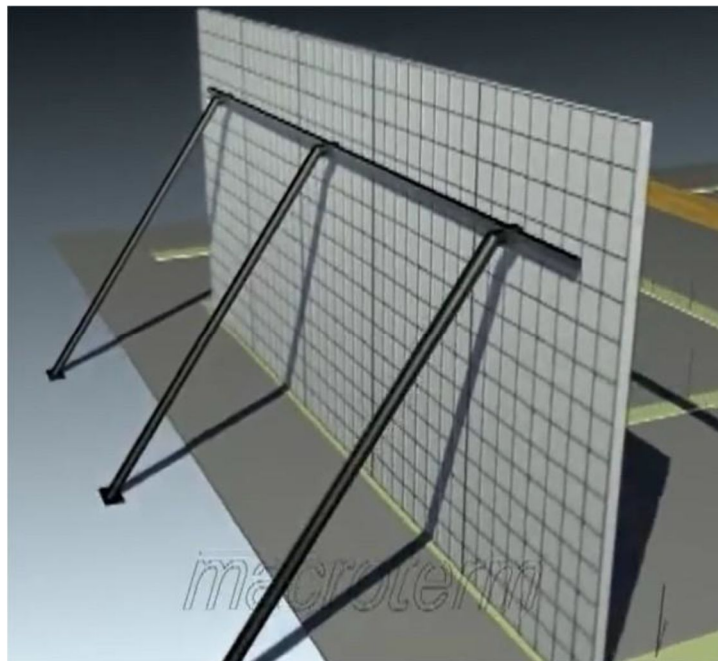
Fonte: Autor (2018)

3. Utilizando a pistola de grampos, fixar as barras de arranque à malha de aço, assim como um painel ao outro através do transpasse da malha;

4. Fixar as réguas horizontalmente na malha de aço com arame recozido a uma altura equivalente a $\frac{2}{3}$ da altura total da parede;

5. Verificar o prumo e o alinhamento dos painéis e fixar as escoras metálicas (ou de madeira) às réguas, já fixadas nos painéis, e ao *radier* formando uma diagonal perpendicular às réguas (Figura 5);

Figura 5 - Instalação do escoramento dos painéis



Fonte: Alves (2015)

Os procedimentos descritos nos passos 4 e 5 são de extrema importância para que o alinhamento e o prumo dos painéis se mantenham durante e após a aplicação da argamassa. Caso seja necessário, utilizar outros mecanismos para que a estabilização dos painéis seja garantida.

4.4.4 Reforços

Existem três tipos de reforços a serem fixados nos painéis: reforços lisos, que devem ser fixados nos cantos das aberturas; reforços em forma de “L” (Figura 6), para serem fixados nos cantos das paredes; e reforços em forma de “U” (Figura 6), que devem ser fixados em todo o perímetro das aberturas.

Figura 6 - Reforços da malha de aço



Reforço em “U”

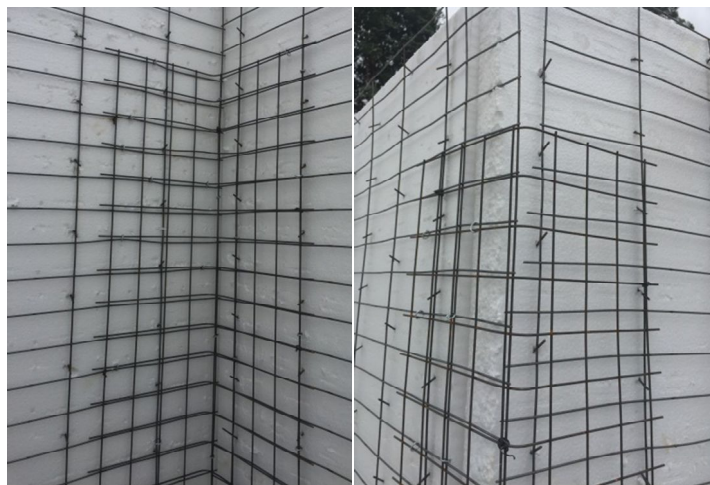
Reforço em “L”

Fonte: Autor (2018)

As dimensões dos reforços podem variar de acordo com cada fabricante. Utilizar a pistola de grampos para a fixação de todos os reforços e efetuar a execução desta etapa de acordo com os passos a seguir:

1. Fixar os reforços em “L” em todos os cantos, externos ou internos, dos painéis (Figura 7);
2. Fixar os reforços em “U” em todo o perímetro das aberturas (Figura 8);
3. Fixar os reforços lisos nos cantos das aberturas, inclinados com 45° em relação às mesmas (Figura 9).

Figura 7 - Instalação dos reforços em "L"

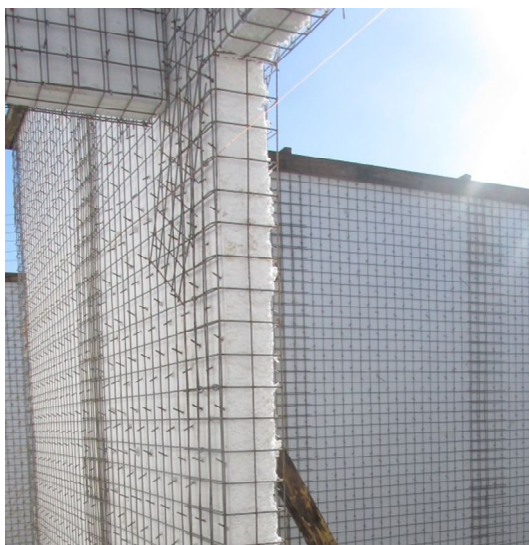


Canto interno

Canto externo

Fonte: Autor (2018)

Figura 8 - Instalação dos reforços em "U"



Fonte: Autor (2018)

Figura 9 - Instalação dos reforços lisos, com inclinação de 45°, nos cantos de aberturas



Fonte: Autor (2018)

5 Instalações Elétricas e Hidrossanitárias

5.1 Descrição geral do serviço

Este serviço pode ser executado por apenas dois operários, no prazo de um dia, considerando o projeto base deste Caderno de Encargos. Nesta seção, serão especificados os serviços referentes à execução das instalações localizadas no interior das paredes da edificação.

5.2 Materiais

5.2.1 Lista de materiais

- | | |
|-----------------------------------|--|
| ✓ Eletrodutos corrugados*; | ✓ Arame recozido; |
| ✓ Cabos e componentes elétricos*; | ✓ Tubulações, conexões e demais componentes do sistema hidrossanitário*. |
| ✓ Tinta spray; | |

*De acordo com o projeto

5.2.2 Critérios de aceitação

Todos os materiais referentes a esta etapa da obra devem estar de acordo com as especificações de projeto e a verificação deve ser apenas visual.

5.2.3 Armazenamento

Todos os materiais referentes a esta etapa da obra devem ser armazenados em local limpo, seco e arejado.

5.3 Equipamentos

- ✓ Soprador industrial de ar quente;
- ✓ Equipamentos para instalação elétrica*;
- ✓ Torquês;
- ✓ Equipamentos para instalações hidrossanitárias*.
- ✓ Pistola de grampos;

*De acordo com a necessidade de cada instalador

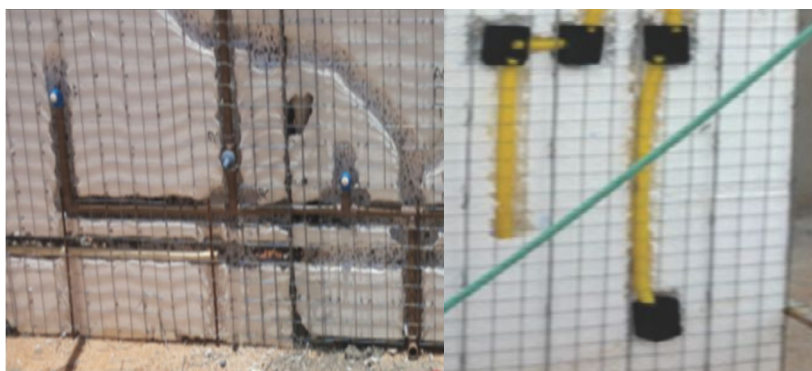
5.4 Execução das Instalações

1. Com o auxílio de uma tinta spray, marcar sobre os painéis o percurso dos eletrodutos, tubulações e demais componentes, de acordo com o projeto;

2. Utilizando o soprador de ar quente, fazer sulcos na marcação com profundidade suficiente para a colocação dos componentes entre a malha de aço e o EPS;

3. Inserir os eletrodutos e tubulações hidrossanitárias, assim como suas conexões, nos sulcos feitos de acordo com o item 2, fixando-os na malha de aço com arame recozido (Figura 10);

Figura 10 - Colocação das instalações nos painéis



Fonte: Telamark (2015)

4. Caso seja necessário o corte da malha de aço para a introdução de algum componente, reforçar estes locais com reforço liso utilizando a pistola de grampos;

5. Amarrar as caixas da instalação elétrica e saídas da tubulação de água e esgoto na malha de aço com arame recozido. Cuidar para que estes componentes estejam alinhadas com o acabamento final das paredes;

6. Proteger as caixas da instalação elétrica e saídas da tubulação de água e esgoto para evitar que a argamassa seja aplicada sobre as mesmas (Figura 11);

Figura 11- Proteção dos componentes antes da aplicação da argamassa



Fonte: Autor (2018)

6 Preparo e Aplicação da Argamassa Estrutural

6.1 Descrição geral do serviço

A aplicação da argamassa pode ser feita manualmente ou utilizando um projetor. Recomenda-se a segunda opção, devido ao padrão da energia de aplicação e, na maioria dos casos, à maior produtividade alcançada. O preparo da argamassa deve ser feito em betoneira, para obter maior homogeneidade da massa. O traço deve ser de 1:3 (cimento : areia média) em volume. Para o preparo de 1 m³ de argamassa, acrescentar à mistura 2,2 kg de ACI, 230 ml de aditivo plastificante e aproximadamente 50 L de água.

6.2 Materiais

6.2.1 Materiais necessários

- ✓ Cimento Portland CP – IV*;
- ✓ Argamassa ACl;
- ✓ Areia média;
- ✓ Água.
- ✓ Aditivo Plastificante;

*Pode ser substituído por outro, similar.

6.2.2 Critérios de aceitação

A Tabela 5 define os requisitos e o método avaliativo a ser empregado durante o recebimento de cada lote de um determinado material no canteiro de obras.

Tabela 3 - Critérios de aceitação dos materiais referentes a etapa de aplicação de argamassa

Característica a analisar	Requisito	Método de avaliação
Cimento		
Tipo	CP - IV*	Verificação da embalagem
Classe de resistência	32 Mpa	
Quantidade	Conforme especificação de projeto	
Validade	Dentro do prazo	
Integridade do saco	Sem rasgos, secos e sem empedramento	Visual
Areia		
Quantidade	Conforme especificação de projeto	Visual
Características	Sem contaminação por matéria orgânica	Visual
Argamassa Colante		
Tipo	ACI	Verificação da embalagem
Validade	Dentro do prazo	
Integridade do saco	Sem rasgos, secos e sem empedramento	Visual
Aditivo		
Tipo	Plastificante	Verificação da embalagem
Validade	Dentro do prazo	

*Pode ser substituído por outro, similar.

6.2.3 Armazenamento

A Tabela 6 define as condições nas quais os materiais devem ser armazenados no canteiro de obras.

Tabela 4 - Condições de armazenamento dos materiais referentes à etapa de aplicação da argamassa

Material/Componente	Armazenamento
Cimento	Em local seco e arejado, sobre estrados de madeira, sem contato com paredes, em pilhas de no máximo 10 sacos
Areia	Em local confinado, sem contato com o solo e excesso de umidade
Argamassa ACI	Em local seco e arejado, sobre estrados de madeira, sem contato com paredes, em pilhas de no máximo 15 sacos
Aditivo Plastificante	Em local seco e arejado

6.3 Equipamentos

- ✓ Betoneira;
- ✓ Prumo de face;
- ✓ Projetor de argamassa;
- ✓ Nível.
- ✓ Régua de alumínio;
- ✓ Desempenadeira;

6.4 Execução

6.4.1 Preparo da argamassa

1. Com a betoneira ligada, acrescentar aproximadamente metade da água;
2. Acrescentar a areia e misturar por alguns instantes;
3. Acrescentar o cimento e misturar por alguns instantes;
4. Adicionar a argamassa ACI e o aditivo plastificante e misturar por alguns instantes;

5. Com a betoneira ligada, adicionar o restante da água aos poucos, observando a consistência da massa, e misturar por aproximadamente 5 minutos ou até obter uma mistura homogênea. Não é necessário acrescentar toda a água, caso a consistência da massa seja atingida antes.

6.4.2 Aplicação da primeira camada de argamassa

Antes da aplicação da primeira camada de argamassa, conferir cuidadosamente o nivelamento, prumo e esquadro dos painéis. Fazer a aplicação com uma distância aproximada de 10 cm entre a ponta do projetor e o painel, começando sempre de baixo para cima. Essa camada deverá ter espessura suficiente para preencher o espaço entre o EPS e a malha de aço (aproximadamente 2 cm). A figura 12 ilustra esta etapa.

Figura 12 - Aplicação da primeira camada de argamassa estrutural



Fonte: Autor (2018)

6.4.3 Aplicação da segunda camada de argamassa

A segunda camada dará o acabamento final à parede. Sua espessura deve ser de aproximadamente 1,5 cm. A aplicação deve ser feita cerca de três horas após a aplicação da primeira camada, não sendo recomendado exceder oito horas de intervalo entre as aplicações. Executar esta etapa de acordo com os passos a seguir:

1. Executar linhas mestras que servirão de guia para o sarrafeamento, com argamassa de traço igual ao do revestimento, niveladas com o acabamento final da parede, a uma distância não maior que 1,80 metros de uma para a outra;
2. Umedecer a primeira camada com água;
3. Aplicar a argamassa de baixo para cima, com distância aproximada de 10 cm entre a ponta do projetor e a primeira camada de argamassa (Figura 13);

Figura 13 - Aplicação da segunda camada de argamassa estrutural



Fonte: Autor (2018)

4. Aguardar o ponto de sarrafeamento;
5. Nivelar a superfície da argamassa usando as mestras como referência, utilizando uma régua de alumínio;
6. Desempenar de acordo com o acabamento final da parede;
7. Aguardar sete dias de cura;
8. Retirar o escoramento e preencher os espaços deixados pelas régua com argamassa de traço igual ao do revestimento.

7 Laje

O sistema construtivo Monolítico em painéis de EPS aceita todo tipo de laje. A escolha dependerá da disponibilidade e custo dos materiais e mão de obra de cada região. Para a ancoragem das paredes monolíticas à laje, recomenda-se derreter o EPS da parte superior das paredes, formando uma “calha”, com profundidade aproximada de 20 cm. Os demais procedimentos desta etapa da obra são executados normalmente, de acordo com as normas da ABNT.

As normas que definem as especificações para este elemento são a NBR 6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento; e NBR 12655:2015 - Concreto de cimento Portland — Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento.

8 Demais Procedimentos

A partir do tópico 7, a obra adquire características de acabamento idênticas ao sistema construtivo tradicional, em alvenaria convencional. Dessa forma, os demais elementos são executados sem nenhuma mudança por consequência do uso do sistema monolítico em painéis de EPS. Sendo assim, serão especificados somente os requisitos mínimos, estabelecidos pelo PMCMV, para a

escolha dos materiais e execução destes elementos, de acordo com a portaria nº 269/2017 do Ministério das Cidades.

8.1 Cobertura

A estrutura pode ser executada em madeira ou metal, sendo esta última opção somente permitida em regiões com pouca agressividade a esse material. As telhas devem ser de cor clara, nos casos em que a opção escolhida seja por telhas cerâmicas esmaltadas, fibrocimento ou concreto. O beiral deve ter no mínimo 60 centímetros.

8.2 Esquadrias

8.2.1 Portas

As portas de acesso, quando em madeira, devem ser maciças, podendo ser em alumínio ou aço com a condição de serem certificadas pelo PBQP-h. Os batentes devem ser em madeira ou aço, com possibilidade de inversão do sentido da abertura. As ferragens devem ser instaladas de tal maneira, que as maçanetas fiquem entre 0,90 e 1,10 metros de altura.

8.2.2 Janelas

As janelas devem atender às especificações de iluminação e ventilação contidas na NBR 15575:2013. Não devem ter folhas fixas e necessitam de peitoril e pingadeira com transpasse mínimo de 2,00 centímetros para cada lado do vão.

8.3 Revestimentos

8.3.1 Paredes de áreas molhadas

As áreas molhadas devem ser revestidas com cerâmica em todas as paredes, até 1,50 metros de altura na cozinha, área de serviço e banheiros e em toda a altura das paredes da área do box.

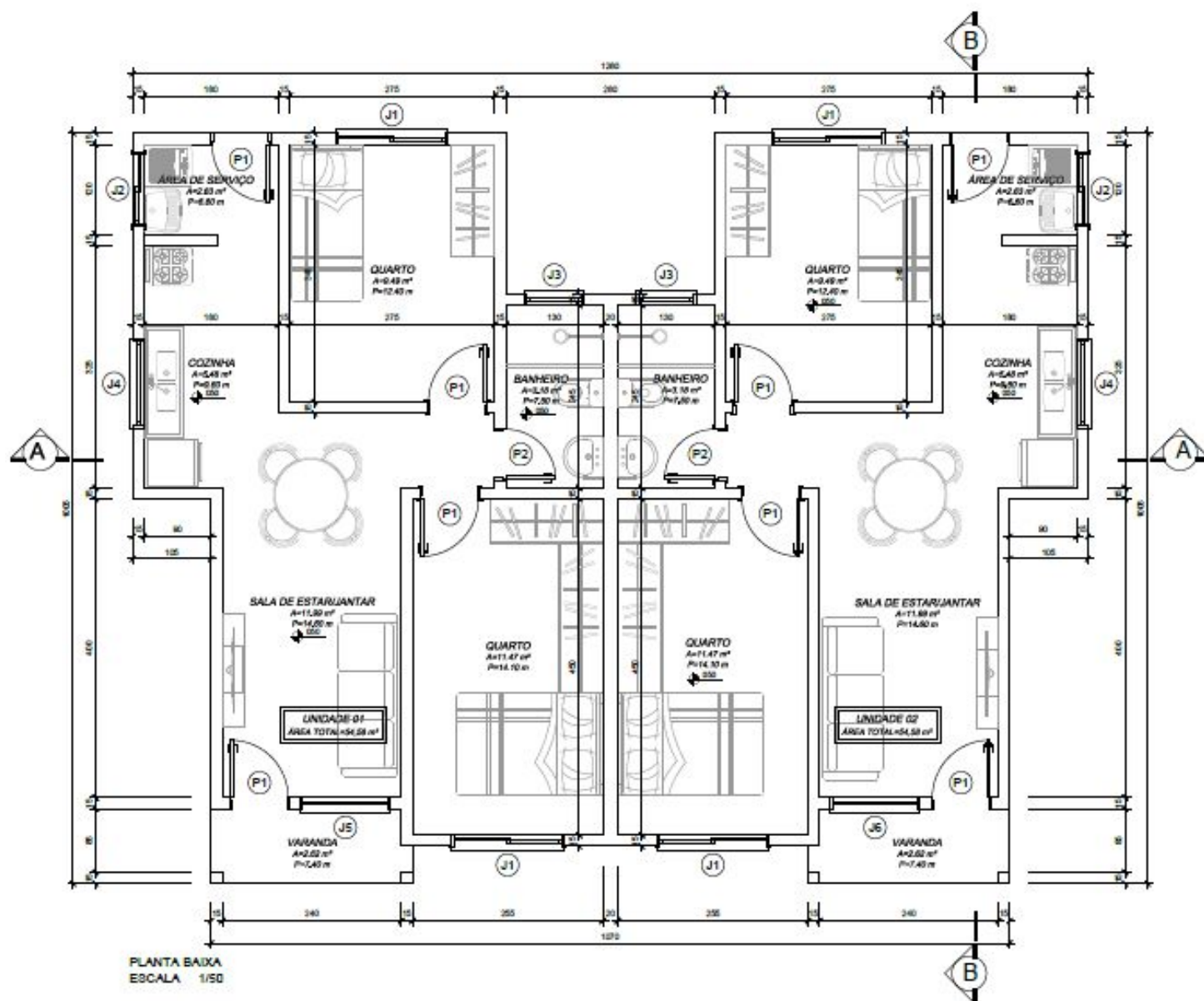
8.3.2 Piso

Devem ser revestidas de piso cerâmico esmaltado, todas as áreas da unidade. O revestimento cerâmico deve ter, no mínimo, PEI 4, com índice de absorção de umidade abaixo de 10%. Para áreas molháveis, o coeficiente de atrito deve ser superior a 0,4.

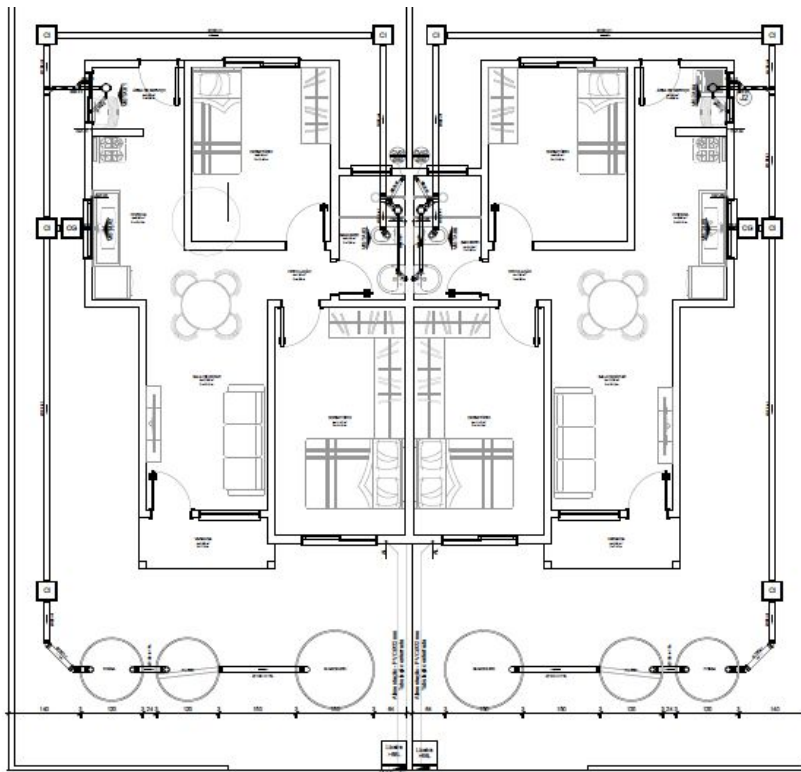
8.4 Pintura

Para as paredes das áreas internas e teto, utilizar tinta PVA. Já para paredes de áreas molhadas internas ou externas, utilizar tinta acrílica. As paredes externas devem receber tinta acrílica ou textura impermeável. Os elementos em madeira devem ser pintados com esmalte ou verniz. Já os metálicos, devem receber um fundo preparador antes do esmalte. Em todos os casos devem-se utilizar tintas que obedeçam as especificações da NBR 15575:2013.

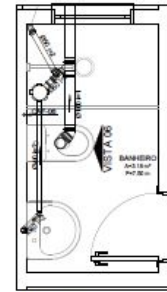
ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO



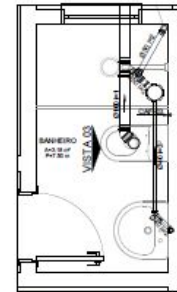
ANEXO B – PROJETO HIDROSSANITÁRIO



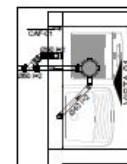
PLANTA BACIA
ESCALA 1/50



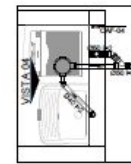
DETALHAMENTO
ESCALA 1/25



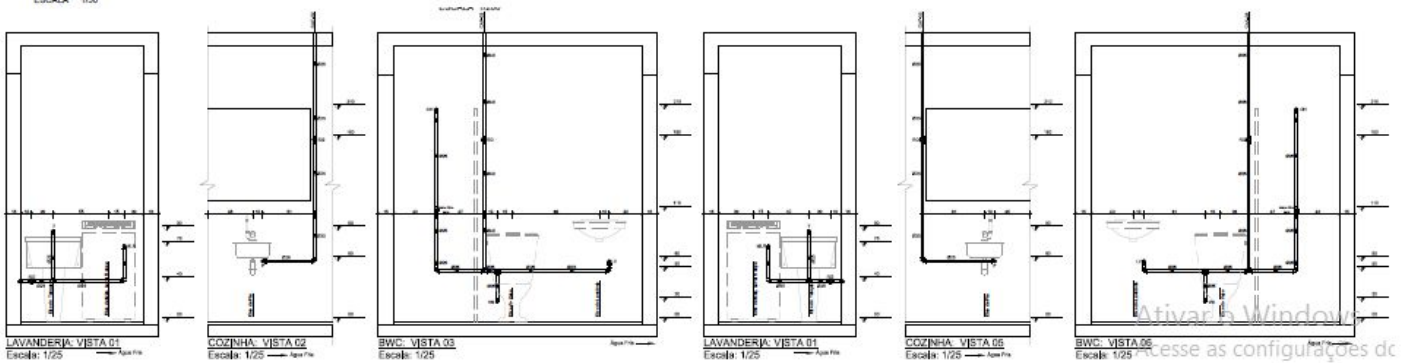
DETALHAMENTO
ESCALA 1/25



DETALHAMENTO
ESCALA 1/25



DETALHAMENTO
ESCALA 1/25



LAVANDERIA: VISTA 01
Escala: 1/25

COZINHA: VISTA 02
Escala: 1/25 —→ Arq. Pto

BWC: VISTA 03
Escala: 1/25

LAVANDERIA: VISTA 01
Escala: 1/25

COZ/NHA: VISTA 05
Escal: 1/25 → Acce Pna

BWC: VISTA.06
Escal: 1/25

ANEXO C – PROJETO ELÉTRICO

