



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

MATHEUS DE SOUZA BALBINO

**SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS: UMA SOLUÇÃO
PARA A CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES POPULARES NO BRASIL**

João Pessoa

2020

MATHEUS DE SOUZA BALBINO

**SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS: UMA SOLUÇÃO
PARA A CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES POPULARES NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia
Civil da Universidade Federal da Paraíba – Campus I
– para obtenção do título de bacharel em Engenharia
Civil.

Orientador: Prof. Dra. Cibelle Guimarães Silva Severo.

João Pessoa

2020

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

B172s Balbino, Matheus de Souza.

SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS: UMA
SOLUÇÃO PARA A CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES POPULARES NO
BRASIL / Matheus de Souza Balbino. - João Pessoa, 2020.
106 f. : il.

Orientação: Cibelle Guimarães Silva Severo.
Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

1. Déficit habitacional. 2. Poliestireno Expandido. 3.
Métodos construtivos inovadores. I. Severo, Cibelle
Guimarães Silva. II. Título.

UFPB/BC

FOLHA DE APROVAÇÃO

MATHEUS DE SOUZA BALBINO

SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS: UMA SOLUÇÃO PARA A CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES POPULARES NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso em 07/08/2020 perante a seguinte Comissão julgadora:



Profª. Dra. Cibelle Guimarães Silva Severo
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UEPB

Aprovado



Prof. Dr. Clovis Dias
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UEPB

Aprovado



Profª. Dra. Aline Flávia Nunes Remígio Antunes
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UEPB

Aprovado



Profª. Dra. Andrea Brasiliano Silva
Matrícula Siape: 1549557
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

Dedico este trabalho à Deus por seu apoio incondicional, a minha família pelo esforço e acompanhamento por toda minha trajetória, aos meus amigos e colegas de João de Pessoa e a professora Cibelle Guimarães pela exemplar orientação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus acima de tudo, que tem me firmado ao longo de toda a caminhada pessoal e acadêmica.

Agradeço aos meus pais, Leonilia e Raimundo, que sempre priorizaram por investir na minha educação, além do apoio e motivação durante este percurso, se fizeram presentes mesmo estando a milhares de quilômetros de distância. Assim como sou grato a toda minha família pelo incentivo e motivação.

Agradeço aos meus colegas de graduação, José Victor, Iury Alencar, Thiago Queiroz e Welligton Felipe, por compartilharem conhecimento e horas de estudo e trabalho durante esta jornada. Agradeço também a meu amigo Diego Ferreira pelo seu apoio e amizade durante minha estadia na cidade de João Pessoa.

Por fim, agradeço a todos os meus professores por compartilharem seus imensuráveis conhecimentos profissionais durante minha graduação. Em especial, à minha professora e orientadora Cibelle Guimarães, pelo incentivo e dedicação para realização deste trabalho.

RESUMO

A busca por sistemas de construção mais eficientes e ao mesmo tempo sustentáveis, que mitiguem o problema com o déficit habitacional brasileiro, é indispensável nos dias atuais. Sob essa demanda, este trabalho é realizado apresentando uma descrição do sistema construtivo convencional e o sistema monolítico em painéis de EPS, ressaltando aspectos de materiais, aplicações, manuseios e resíduos. Seguido de uma comparação financeira, fundamentada na realização de um orçamento analítico para uma residência popular, que exibe redução de 29,13% sob os custos de uma obra convencional. Por fim, uma análise sustentável entre os dois sistemas construtivos, evidenciando características essenciais para a escolha das paredes monolíticas como metodologia construtiva mais ecológica. As paredes monolíticas em EPS, são painéis de Poliestireno Expandido armados com tela de aço eletrossoldado e posteriormente revestido com argamassa, esse método manifesta-se como uma solução pertinente, exibindo um bom desempenho térmico e acústico, execução eficaz, além de o EPS se tratar de um material completamente reciclável. Sobretudo, o fato do sistema ainda ocupar uma posição pouco expressiva no setor da construção civil, é evidente. Diante desse contexto, o desenvolvimento de um estudo de caso para uma habitação popular, possibilitou avaliar a viabilidade da aplicação do sistema monolítico em painéis de EPS como substituto à alvenaria convencional, verificando a diferença de custo para cada sistema com a finalidade da sua utilização em empreendimentos habitacionais.

Palavras chaves: Déficit habitacional; Poliestireno Expandido; Métodos construtivos inovadores.

ABSTRACT

The search for more efficient and at the same time sustainable construction systems, which mitigate the problem with the Brazilian housing deficit, is indispensable nowadays. Under this demand, this work is carried out presenting a description of the conventional constructive system and the monolithic system in EPS panels, emphasizing aspects of materials, applications, handling and waste. Followed by a financial comparison, based on the realization of an analytical budget for a popular residence, which shows a 29.13% reduction under the costs of a conventional work. Finally, a sustainable analysis between the two construction systems, highlighting essential characteristics for the choice of monolithic walls as a more ecological construction methodology. The monolithic walls in EPS, are panels of Expanded Polystyrene armed with electro-welded steel screen and later coated with mortar, this method manifests itself as a pertinent solution, displaying a good thermal and acoustic performance, effective execution, in addition to the EPS being a completely recyclable material. Above all, the fact that the system still occupies an insignificant position in the construction sector is evident. Given this context, the development of a case study for a popular housing, made it possible to evaluate the feasibility of applying the monolithic system in EPS panels as a substitute for conventional masonry, by checking the cost difference for each system for the purpose of its use in housing projects.

Keywords: Housing deficit; Expanded polystyrene; Innovative construction methods.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Prédio em alvenaria convencional de vedação	34
Figura 2 - Principais tipos de fundações	35
Figura 3 - Esquema de forma para concretagem de pilar	36
Figura 4 - Esquema de verga e contraverga em alvenaria.....	37
Figura 5 - Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal	38
Figura 6 - Marcação da primeira fiada a partir dos eixos de referência.....	39
Figura 7 - Impermeabilização do baldrame e 3 fiadas da alvenaria	41
Figura 8 - Sequência de colocação de ponto elétrico em alvenaria	44
Figura 9 - Rasgos para tubulação hidrosanitária.....	45
Figura 10 - Chumbamento em alvenaria de contramarco para esquadria	46
Figura 11 - Telhado de madeira com duas águas	47
Figura 12 - Pérolas de EPS.....	49
Figura 13 - Blocos de EPS	49
Figura 14 - Fundação do tipo radier executada para receber painéis de EPS	52
Figura 15 - Tela eletrosoldada malha de 10x10 cm	53
Figura 16 - Pistola grampeadora pneumática.....	53
Figura 17 - Aplicação da tela eletrosoldada ao bloco de EPS.....	54
Figura 18 - Fixação das barras de ancoragem dos painéis.....	55
Figura 19 - Posicionamento dos painéis junto as ancoragens de aço.....	55
Figura 21 - Finalização do posicionamento dos painéis de EPS.....	56
Figura 20 - Posicionamento dos painéis de EPS	56
Figura 22 - Uso de réguas e escoras para regularização dos painéis.....	57
Figura 23 - Reforços em telas para abertura de vãos e encontro de painéis	58
Figura 24 - Detalhe de aplicação de reforço tipo "U" em vão de porta.....	58
Figura 25 - Abertura de cavidades das tubulações com soprador térmico.....	60
Figura 26 - Instalação de tubulação de hidrosanitária	61
Figura 27 - Instalação de componentes elétricos	62
Figura 28 - Rebocadora pneumática	63
Figura 29 - Início da primeira camada de revestimento dos painéis	64
Figura 30 - Conclusão da primeira camada de revestimento	64
Figura 31 - Aplicação da primeira camada de revestimento em paredes com tubulações.....	65

Figura 32 - Início da segunda camada de revestimento nos painéis.....	65
Figura 34 - Circulação com revestimento de painéis e piso	66
Figura 33 - Conclusão da segunda camada de revestimento dos painéis e revestimento do piso	66
Figura 35 - Fachadas com os revestimentos aplicados	67
Figura 37 - Detalhe de telha termoacústica trapezoidal com núcleo de EPS.....	68
Figura 36 - Aplicação de telhas sanduíches em estrutura metálica	68
Figura 38 - Layout da residência.....	71
Figura 39 - Fluxograma metodológico.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Adaptação dos critérios de desempenho da ISO 6241 (1964)	24
Tabela 2 - Propriedades e características técnicas do EPS (Isopor)	50
Tabela 3 - Detalhamento dos ambientes da residência	72
Tabela 4 – Estimativa de custos para construção em alvenaria convencional.....	73
Tabela 5 – Estimativa de custos para construção em painéis de EPS.....	74

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa	15
1.2 Objetivos	15
1.2.1 Geral.....	15
1.2.2 Específicos	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Empreendimento habitacionais	16
2.1.1 Aspectos gerais	16
2.1.2 Aspectos históricos e a evolução no Brasil.....	17
2.1.3 A indústria da Construção e o Meio Ambiente.....	20
2.1.4 Normalização e operacionalização técnica.....	20
2.1.4.1 Normas padronizadas ao uso do EPS na construção civil.....	23
2.1.5 Desempenho de Edificações Habitacionais – NBR 15575	23
2.1.5.1 Atendimento à norma para painéis monolíticos de EPS	25
2.1.6 Relevância do setor habitacional para a construção civil no Brasil.....	26
2.1.6.1 Importância socioeconômica.....	27
2.1.6.2 Déficit habitacional	27
2.1.7 Sistemas construtivos mais utilizados	30
3. METODOLOGIA	32
4. SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA CONVENCIONAL	33
4.1 Contextualização	33
4.2 Processo construtivo	34
4.2.1 Fundação.....	34
4.2.2 Estrutura de concreto armado	35
4.2.3 Alvenaria de vedação	37
4.2.3.1 Marcação	38

4.2.3.2	Assentamento	39
4.2.3.3	Encunhamento	40
4.2.4	Impermeabilização.....	40
4.2.5	Revestimentos	41
4.2.5.1	Revestimento básico de parede.....	42
4.2.5.2	Revestimento básico de piso	43
4.2.6	Instalações elétricas	43
4.2.7	Instalações hidrossanitárias	44
4.2.8	Esquadrias.....	45
4.2.9	Cobertura.....	46
5.	SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS.....	48
5.1	Contextualização	48
5.1.1	Blocos de EPS.....	49
5.2	Processo construtivo	51
5.2.1	Fundação.....	51
5.2.2	Painéis de EPS.....	52
5.2.2.1	Levantamento das paredes.....	54
5.2.2.2	Reforços em telas	57
5.2.3	Impermeabilização.....	59
5.2.4	Instalações elétricas e hidrossanitárias	60
5.2.5	Esquadrias.....	62
5.2.6	Revestimentos	63
5.2.7	Cobertura.....	67
5.2.8	Transporte e armazenamento	69
5.3	Características do poliestireno expandido (EPS).....	69
6.	ANÁLISE FINANCEIRA – ALVENARIA CONVENCIONAL E PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS.....	71

7. A SUSTENTABILIDADE ENTRE ALVENARIA CONVENCIONAL E PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS	76
8. CONCLUSÃO	79
8.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	80
REFERÊNCIAS	81
APÊNDICE A: RESIDÊNCIA POPULAR – PROJETO ARQUITETÔNICO	84
APÊNDICE B: RESIDÊNCIA POPULAR – PROJETO DE FUNDAÇÃO	85
APÊNDICE C: RESIDÊNCIA POPULAR – PROJETO ESTRUTURAL	86
APÊNDICE D: RESIDÊNCIA POPULAR – PROJETO HIDRÁULICO	87
APÊNDICE E: RESIDÊNCIA POPULAR – PROJETO SANITÁRIO	88
APÊNDICE F: RESIDÊNCIA POPULAR – PROJETO ELÉTRICO	89
APÊNDICE G: RESIDÊNCIA POPULAR – PROJETO DE COBERTA	90
APÊNDICE H: MEMORIAL DE CÁLCULO PARA RESIDÊNCIA POPULAR EM ALVENARIA CONVENCIONAL	91
APÊNDICE I: MEMORIAL DE CÁLCULO PARA RESIDÊNCIA POPULAR EM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS	98
APÊNDICE J: ORÇAMENTO ANALÍTICO PARA RESIDÊNCIA POPULAR EM ALVENARIA CONVENCIONAL	103
APÊNDICE K: ORÇAMENTO ANALÍTICO PARA RESIDÊNCIA POPULAR EM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS	105

1. INTRODUÇÃO

A expressão déficit habitacional é utilizada para se referir a um determinado número de famílias que vivem em condições de moradia precárias em uma região. Em 2013, um estudo realizado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) através dos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad) expõe que o déficit habitacional da população de baixa renda (até 3 salários mínimos) reduziu apenas 2,4%, tal estudo e análise dos dados teve início em 2007.

Este quadro deficitário não surgiu neste século, com a intento de combatê-lo, o Governo Federal criou programas como o Sistema Financeiro de Habitação (SFH) e o Banco Nacional da Habitação (BNH) em 1964 com o objetivo de formular a política nacional de habitação, em 2003 foi criado o Ministério das Cidades que em 2004 criou a PNH com objetivo de incrementar os desenvolvimentos urbanos das cidades. Em 2007 foi criado o PAC que tinha como meta principal esgotar o déficit de saneamento da habitação e de urbanização nas favelas. Enfim em 2009, com objetivo de sustentar o crescimento econômico do país, e estimular o setor da construção civil, o Governo cria o Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV. Este programa promove a edificação de novas unidades habitacionais voltadas diretamente as classes da população de baixa renda.

Uma das grandes dificuldades dos empreendedores em construir unidades habitacionais, voltadas para programas do governo, é a seleção da melhor alternativa tecnológica a ser empregue, no que se refere a processos construtivos habitacionais, e que venha a reduzir custos e diminuir prazos. A partir destas premissas, vários métodos construtivos foram e são utilizados com intuito de agilizar a construção e amortizar este déficit.

A origem dos painéis com poliestireno expandido (EPS) advém de um projeto italiano, desenvolvido em uma região sujeita a terremotos, com o intuito de criar uma estrutura monolítica que não desmoronasse e agregasse elementos de isolamento térmica no início dos anos oitenta. Atualmente a necessidade do mercado faz com que o sistema construtivo em painéis monolíticos em EPS seja altamente vantajoso, visto que o mesmo apresenta os requisitos: rapidez na execução, qualidade, sustentabilidade, competitividade, conforto termoacústico, impermeabilidade, altíssima resistência e fácil transporte devido os painéis serem leves se comparados aos blocos cerâmicos ou de concreto.

1.1 Justificativa

O déficit habitacional no Brasil se trata de um grave problema do país e obter uma solução para ele não é simples. Através de soluções inteligentes e inovadoras é possível encontrar e desenvolver ferramentas que, se não resolvem, minimizam substancialmente e de forma prática e rápida tal problemática observada.

Raramente assuntos da esfera social são levantados na engenharia. Pouco se faz quando não se tem a compensação financeira alta ou se os lucros não condizem com o esforço e tempo empregado em uma atividade. Com os programas do governo federal no estímulo a redução do déficit habitacional, a aplicação de novos processos construtivos nesse segmento tende a trazer maior lucratividade devido à produção em ampla escala e alta repetitividade, como é o caso de conjuntos habitacionais.

Dada à importância e a magnitude da construção civil, justifica-se a relevância da implantação de práticas sustentáveis em construções populares, diante disso, evidenciar que a aplicação de blocos cerâmicos do sistema convencional de construção, geram altas quantidades de resíduos, além de um custo energético elevado para fabricação. Logo, se faz necessário reduzir os efeitos da construção civil ao meio ambiente, aplicar as normas de desempenho vigentes na NBR 15575 e juntamente com isso, incluir qualidade às moradias de baixo custo.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Evidenciar a melhoria das habitações de baixa renda, por meio de uma modalidade alternativa de construção e avaliar a viabilidade para a implantação do sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS no desenvolvimento de casas populares.

1.2.2 Específicos

- Descrever o sistema construtivo aliado à facilidade de repetição;
- Efetuar um estudo comparativo com critérios físicos-financeiros entre uma obra de casa popular em alvenaria convencional e em painéis monolíticos de EPS
- Realizar um comparativo ambiental sustentável entre o método construtivo em alvenaria convencional e o método monolítico.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Empreendimento habitacionais

2.1.1 Aspectos gerais

A obrigação por encontrar resguardo, proteção, um local para descansar e revigorar as energias é uma conduta espontânea que segue o homem desde os primórdios de sua existência, daí provavelmente se originou a criação do que hoje chama-se de habitações ou moradias. O fato de morar, pode-se definir como o ato de permanecer ou tardar em um lugar, é um costume humano imemorável que ultimamente incitou o desenvolvimento e construção de abrigos, do mesmo modo que permitiu a sobrevivência frente as adversidades do meio (SAMPAIO, 2019).

Devido ao crescimento acelerado da população mundial nas últimas décadas, houve um aumento natural da urbanização. De acordo com a Divisão das Nações Unidas para a População do Departamento dos Assuntos Econômicos e Sociais (DESA), após uma revisão em 2018 do documento “Perspectivas da Urbanização Mundial” (World Urbanization Prospects), cerca de 55% da população mundial vive em áreas urbanas, enquanto esse número chegava em 30% em 1950. Contudo, a demanda por habitações sofreu um grande aumento, seguido pelas crescentes taxas de urbanização ao redor do globo, sobretudo em centros urbanos de médio e grande porte.

Com o longo dos anos, o homem foi elaborando e atualizando a forma de estabelecer e construir sua casa, a diferenciação do formato, dimensões, acabamentos e localização. A habitação de interesse social foi moldada com o objetivo de amparar e a reduzir o déficit habitacional do país, se trata de um elemento fundamental para o desenvolvimento da construção civil (SAMPAIO 2019).

Ainda segundo Sampaio (2019) o que caracteriza uma habitação de interesse social também é a sua forma de custeamento. “Ela procura obedecer um custo comprometido com programas de financiamento e políticas de subsídio público, isto leva a determinadas soluções espaciais e construtivas parametrizadas pelo baixo custo e a localização em áreas menos valorizadas comercialmente para garantir a balança financeira que vai proporcionar empreendimentos de custo acessível à população de menor renda”.

2.1.2 Aspectos históricos e a evolução no Brasil

Segundo Telles (1984) a humanidade sempre foi vinculada pela necessidade de se descobrir novos materiais que pudessem ser utilizados no seu dia a dia, como o desenvolvimento e adaptação dos materiais já conhecidos. Sua importância é tão relevante que é frisada inclusive nos nomes das eras da evolução do homem, como a Idade da Pedra, Idade do Bronze e a Idade do Ferro. Materiais são elementos cujas características podem ser utilizadas direta ou indiretamente para inúmeras finalidades. Pedra, madeira, areia, metais, cerâmicas, vidros, fibras, borracha, polímeros e vários outros compósitos podem ser mencionados.

Constata-se então que os materiais são certamente parte componente da rotina das pessoas. Configuram a substância de trabalho para os pilares do corpo social e detém atribuição determinante para o desdobramento espontâneo da vida, progresso econômico dos países, assim como também o bem-estar e segurança das comunidades (TELLES, 1984).

Na construção, os materiais são determinados como todo e qualquer elemento utilizado na execução de qualquer produto da engenharia civil, desde relacionados à estrutura até os acabamentos das edificações. A maioria deles são utilizados há muitos anos praticamente da mesma maneira. A ascensão dos materiais de construção não é um processo recente, visto que teve início desde os povos antigos, que utilizavam os materiais assim como os obtinham na natureza, sem qualquer modificação (VARGAS, 1994).

Vargas ainda diz que, devido a evolução do homem originam-se necessidades que levam à transformação desses materiais de forma simplificada, tendendo facilitar seu uso ou de criar novos materiais através deles. Dessa forma, o homem começa a moldar a argila, a talhar a madeira e lapidar a pedra (BARROS, 1996).

Ao decorrer dos séculos, a habitação no Brasil foi movida por aspectos ligados a progressos históricos. O legado de colônia extrativista, a interferência de diversas culturas que povoaram o território brasileiro, bem como a intensa presença indígena e africana, evidentemente fizeram parte da construção da estrutura atual habitacional brasileira (VARGAS, 1994).

Conforme Barros (1996), os portugueses deixaram de herança para o Brasil uma tecnologia de construção mais arranjada, embasada sobretudo na utilização de

tijolos e blocos, mas também empregando materiais naturais que encontravam a disposição. Nessa época, tais técnicas oriundas do continente europeu e adaptadas ao meio e às circunstâncias de trabalho coloniais, eram empregues em construção de igrejas, fortes e edifícios. As obras não compreendiam nenhum fundamento teórico, sendo coordenadas por mestres portugueses, militares ou padres instruídos no ofício.

Com o progresso da sociedade brasileira, assim como de toda a Europa, a maneira de edificar e pensar as moradias começou a lidar com transformações. A chegada da família real portuguesa ao Brasil fomentou o desenvolvimento do país e, conseqüentemente, a urbanização das cidades (VARGAS, 1994).

De acordo com Telles (1984), a chegada da corte portuguesa no Brasil, proporcionou a criação de escolas militares e de engenharia. Logo, começam a ser aplicadas teorias e métodos científicos às técnicas já existentes. Em meados do século 19, a produção do setor de construção deixa de ser realizada apenas para uso próprio e passa a atender o mercado.

A proporção que a área de construção civil passava a ser tratada como mercadoria para atender as solicitações do mercado, a produção dos seus insumos começava a ser estimulada. Afim de atender a demanda da época por construções, era inevitável uma fabricação industrializada de tijolos, foi um dos primeiros materiais de construção industrializados, mesmo que sem muita qualidade, vindo a suceder o processo artesanal da taipa nas edificações (VARGAS, 1994).

De acordo com Marcolin (2006), a respeito do concreto armado no Brasil, pouco se sabe do início da sua utilização. A notícia mais antiga sobre sua aplicação data de 1904, no Rio de Janeiro. Em uma publicação do professor Antônio de Paula Freitas (1904), da Escola Politécnica do Rio de Janeiro, denominada “Construções em cimento armado”, diz que o cimento armado, como o material era conhecido na época, foi utilizado pela primeira vez no Brasil em construções habitacionais de Copacabana, sob responsabilidade do engenheiro Carlos Poma. Devido ao sucesso com o uso desse material, Carlos Poma executou diversas outras obras, como prédios, muros, fundações, reservatórios d’água e escadas.

A fundamental mudança notada, no entanto, foi a partir da Revolução Industrial. Com o começo da produção em massa de diferentes produtos, constatou-se um

desenvolvimento na busca por produtos metálicos, devido a descoberta da viabilidade e da manipulação do aço (BARROS, 1996).

Barros (1996) afirma que, com o avanço do setor, as construções passaram a ser mais verticais. Portanto, os constituintes estruturais começaram a ter importância indispensável. Tal desenvolvimento das estruturas intensificou-se na fabricação de estruturas de concreto. Devido a isso a alvenaria passa a não ser mais aplicada como elemento estrutural, uso que se limitava às edificações de apenas um pavimento, passando a ser utilizado essencialmente como elemento de vedação em edifícios. Dessa forma, o processo construtivo usual para a construção de edificações passa a ser a estrutura de concreto e alvenaria de componentes cerâmicos, principalmente nas grandes cidades que no período estavam em acelerado crescimento.

O aço, a partir da sua modificação, tornou-se matéria-prima quase que obrigatória. Consequentemente, constatou-se que a utilização de uma combinação de materiais modernizou a construção civil desenvolvida no Brasil (NOVELLI, 2015).

Novelli (2015) afirma que, com a oferta desses novos materiais e metodologias construtivas no mercado, a indústria da Construção Civil prosperou de forma incrível. Passam a existir distintas maneiras de se idealizar uma edificação, em especial pela cooperação de outros materiais com o aço industrializado.

A partir de então surge o conceito atual de habitação brasileira, no qual vem adotando a aplicação de técnicas construtivas revolucionárias, como o Steel Frame, que possibilita a implementação de uma construção de forma rápida e com peso estrutural reduzido, como também a utilização do Wood Frame, no qual alavanca a produtividade em vedações verticais. Vale ressaltar da mesma forma, o uso do sistema Drywall e dos Painéis Monolíticos de EPS, que se destacam pela regularização da temperatura dos ambientes, isolamento acústico único e alta resistência à propagação do fogo. Com a evolução tecnológica e a procura constante por redução de custos, o mercado dos materiais construtivos está em contínua mudança até os dias atuais (ALVES, 2015).

2.1.3 A indústria da Construção e o Meio Ambiente

Em relação a geração de resíduos, de acordo com o Ministério das Cidades, no Brasil, os resíduos de construção e demolição (RCD) são responsáveis por mais de 50% do volume de resíduos sólidos gerados em meio urbano.

Pereira (2009) afirma que o desperdício de matérias e o descarte de resíduos gera custos tanto para a empresa como para sociedade como um todo. Por consequência, o material desperdiçado gera gastos para a construtora, que transfere parte do prejuízo para o cliente final. Como também, o poder público acaba tendo gastos para recolher, tratar e descartar os resíduos.

Os impactos ambientais provocados pela utilização do tijolo cerâmico começaram a fazer parte do panorama nacional de diversas maneiras, como através da combustão da madeira para o cozimento dos tijolos, e da calcinação do cimento cujo processo é responsável por gerar enormes quantidades de gás carbônico na atmosfera. Apenas no fim do século XX, por conta da acumulação de resíduos gerados pelo setor da construção civil, iniciou-se a procura pela redução dos impactos ambientais por meio da busca de matérias mais sustentáveis (PEREIRA, 2009).

Os impactos ambientais, sociais e econômicos gerados pela quantidade significativa do entulho e o seu descarte inadequado induzem a inevitabilidade de soluções rápidas e efetivas para a sua gestão satisfatória. Portanto origina-se a prioridade de uma ação paralela da sociedade, poderes públicos, setor industrial da construção civil e sociedade civil organizada na concepção e consolidação de programas exclusivos que objetivem à minimização desses impactos (CASSA, 2001).

2.1.4 Normalização e operacionalização técnica

A elaboração de uma construção é um procedimento de grande complexidade, que requer precauções a todo momento, tanto dos projetistas, quanto dos executores. Por essa razão, ao decorrer dos anos foram elaboradas regulamentações e normas, com a finalidade de definir parâmetros e assegurar a integridade das edificações, desde a elaboração do projeto até sua conclusão.

As edificações necessitam de um projeto aceito pela prefeitura da respectiva cidade, de um responsável que garanta o atendimento do projeto e de pessoas treinadas e capacitadas que executem o projeto. Nos passos seguintes, após a finalização da construção, se faz fundamental a regulamentação do prédio, através da certificação via cartório do atendimento a planta aprovada e os certificados de compra efetuados.

A padronização das formas de atuação e de elaboração do projeto se dão, de modo geral, por meio de leis, que trabalham simultaneamente com as normas técnicas. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é um órgão voltado para a concepção de diferentes normas que objetivam a normatização de diversos procedimentos dentro do país.

Quando se fala de construção civil, o guia de normas é bastante amplo, passando pela regulamentação desde questões mais voltadas a própria estrutura, até o desempenho esperado para os materiais aplicados. As normas devem ser conhecidas e observadas por todos os envolvidos com a construção civil, uma vez que a aplicação é uma necessidade fundamental, além de ser obrigatório com o propósito de que haja uma satisfatória concepção do projeto.

As normas mais citadas e aplicadas quando se refere exclusivamente de edificações de prédios são:

- ABNT NBR 14037 – Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos.
- ABNT NBR 5674 – Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.
- ABNT NBR 15575 – Edificações habitacionais – Desempenho.
- ABNT NBR 16280 – Reforma em edificações – Sistema de gestão de reformas – Requisitos.

Quanto aos métodos construtivos inovadores, o Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT) é comprometido para atender, momentaneamente, omissões da normalização técnica, em outras palavras, avaliar sistemas não compreendidos por normas técnicas prescritivas.

Segundo Mitidieri (2011), engenheiro civil e pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), o SINAT pode ser considerado o ambiente favorável às inovações tecnológicas no setor, no âmbito do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H), vinculado ao Ministério das Cidades. O SINAT tem dois objetivos fundamentais: harmonizar requisitos, critérios e métodos para avaliação técnica de produtos e processos inovadores no Brasil (Diretrizes SINAT); e harmonizar procedimentos para a concessão de documentos de avaliação técnica de produtos, processos e sistemas inovadores no Brasil (Documento de Avaliação Técnica – DATec). Assim, os diversos representantes da sociedade avaliam e debatem as características e o desempenho potencial de múltiplos produtos e sistemas construtivos inovadores propostos à construção de habitações e a obras de infraestrutura urbana sugeridos pelo setor produtivo.

Algumas das diretrizes técnicas disponibilizadas pelo Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR) estão listadas a seguir:

- DIRETRIZ SINAT nº 1 - Diretriz para Avaliação Técnica de paredes estruturais de concreto moldadas no local (Concreto Leve ou Concreto Reforçado com Fibra de Vidro);
- DIRETRIZ SINAT nº 3 - Diretriz para Avaliação Técnica de Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço zincado conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo "Light Steel Framing");
- DIRETRIZ SINAT nº 005 - Sistemas construtivos estruturados em peças leves de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas (Sistemas leves tipo "Light Wood Framing");
- DIRETRIZ SINAT nº 8 - Revisão 2 - Alvenarias de blocos de gesso para vedações verticais internas sem função estrutural;
- DIRETRIZ SINAT nº 11 - Diretriz para Avaliação Técnica de Paredes, moldadas no local, constituídas por componentes de poliestireno expandido (EPS), aço e argamassa, microconcreto ou concreto.

2.1.4.1 Normas padronizadas ao uso do EPS na construção civil

O Poliestireno expandido (EPS) é regularmente utilizado em obras de estradas, pontes, ferrovias, prédios e residências desde os anos 60. A elaboração de normas regulamentadoras para tal material se tornou fundamental, assim como qualquer outro insumo da construção civil. Portanto, se faz possível citar as seguintes normas:

- **NBR 7973/2007** – Poliestireno expandido para isolamento térmica – Determinação de absorção de água;
- **NBR 8081/2015** – Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmica – Permeabilidade ao vapor de água;
- **NBR 8082/1983** – Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmica – Resistência à compressão – Método de ensaio;
- **NBR 11752/2007** – Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial;
- **NBR 11948/2007** – Poliestireno expandido para isolamento térmica – Determinação da flamabilidade;
- **NBR 11949/2007** – Poliestireno expandido para isolamento térmica – Determinação da massa específica aparente;
- **NBR 12094/1991** – Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmico – Determinação da condutividade térmica – Método de ensaio.

2.1.5 Desempenho de Edificações Habitacionais – NBR 15575

Em exercício desde 2013, a norma de desempenho NBR 15575 foi empregada com o objetivo de garantir que empresas do setor de construção civil acatem a um critério mínimo de qualidade e segurança em suas obras. A norma determina critérios técnicos que aprovam a avaliação de obras residenciais em diversos fatores relativos a adequação às demandas dos usuários.

De acordo com a ABNT (2013), critérios de desempenho são especificações quantitativas dos requisitos de desempenho, possibilitando assim que haja uma determinação objetiva. Fundamentados na norma ISO 6241 (1984) e adequados para a realidade brasileira, são previstos doze critérios de desempenho de conforme a Tabela 1:

Tabela 1: Adaptação dos critérios de desempenho da ISO 6241 (1964)

Itens	ISSO 6241 (1984)	NBR 15575-1 (2013)
1	Estabilidade estrutural e resistência a cargas estáticas, dinâmicas e cíclicas	Desempenho estrutural
2	Resistência ao fogo	Segurança contra incêndio
3	Resistência à utilização	Segurança no uso e na operação
4	Estanqueidade	Estanqueidade
5	Conforto higrotérmico	Desempenho térmico
6	Conforto acústico	Desempenho acústico
7	Conforto visual	Desempenho lumínico
8	Durabilidade	Durabilidade e manutenibilidade
9	Higiene	Saúde, higiene e qualidade do ar
10	Conforto tátil	Funcionalidade e acessibilidade
11	Conforto antropométrico	Conforto tátil e antropodinâmico
12	Qualidade do ar	Adequação ambiental
13	Custos	

Fonte: POSSAM e DOMOLINER (2015)

A norma é agrupada em três requisitos básicos: habitabilidade, segurança e sustentabilidade. Quanto a sustentabilidade, a norma abrange a durabilidade e manutenibilidade dos imóveis, bem como os impactos ambientais da obra. No requisito segurança são exigidos aspectos de prevenção contra incêndio, estrutural e no uso e operação da construção. Os requisitos de habitabilidade são alguns dos itens mais abordados, e podem ser analisados de acordo com a norma em sete pontos:

- **Estanqueidade da água:** Para que se atenda aos requisitos de habitabilidade é essencial que se tenha estanqueidade nas fachadas, coberturas, instalações hidrossanitárias, pisos molhados e demais elementos da obra sujeitos a água, a fim de reduzir problemas relacionados à umidade e infiltrações.
- **Desempenho térmico:** A norma aborda os critérios de desempenho em condições naturais de ventilação e insolação. Se trata de um critério muito pessoal, uma vez que o nível de satisfação pode variar para cada morador e pelas características do imóvel.
- **Desempenho acústico:** Não são determinados limites para o isolamento acústico no interior das unidades, no entanto é um dos requisitos mais importantes e sensíveis ao usuário. Para um isolamento acústico eficiente a ruídos internos e externos, torna-se necessário adequar fachadas, coberturas, lajes e paredes, através de materiais com isolamento acústico comprovado.

- **Desempenho lumínico:** Além de estabelecer níveis essenciais para iluminação natural, a NBR 15575 também compreende a NBR 5413, que disserta apenas sobre as iluminações artificiais. Quanto ao desempenho, a norma apresenta maneiras para mensurar a luz natural e artificial em edifícios habitacionais.
- **Saúde, higiene e qualidade do ar:** A norma considera que sejam praticadas as regulamentações impostas pelos principais órgãos, como Anvisa, e a própria Vigilância Sanitária, respeitando as legislações em vigor e garantindo níveis aceitáveis de partículas suspensas no ar e salubridade aos usuários.
- **Funcionalidade e acessibilidade:** Refere-se à definição dos espaços suficientes para uma boa vivência do usuário, como dimensões dos ambientes e pé-direito mínimo aceitável.
- **Conforto tátil e antropodinâmico:** Para o conforto tátil, são determinados critérios que indicam a forma e o limite da força necessária para acionar trincos, torneiras, puxadores e outros dispositivos, certificando uma boa ergonomia e usabilidade. Quanto ao conforto antropodinâmico são estabelecidos limites para as declividades de rampas, deformabilidade de pisos, velocidade de elevadores, vibrações de lajes, entre outros itens.

Para as tecnologias habituais, há um histórico do desempenho alcançado no decorrer de uma vida útil, mas para as tecnologias inovadoras naturalmente ensaios são fundamentais. Para que os projetistas entendam o desempenho dos sistemas que vão especificar, muitas informações dos fabricantes de materiais e fornecedores são essenciais e este ainda é um obstáculo, em consequência da ausência de divulgação do desempenho dos produtos e sistemas comercializados no Brasil.

2.1.5.1 Atendimento à norma para painéis monolíticos de EPS

Em um país em evolução como o Brasil, é evidente o avanço do setor da construção civil e fatalmente dos problemas ambientais e funcionais que se desenvolvem na mesma proporção. Em razão das adversidades apontadas é essencial que haja a disseminação de sistemas construtivos mais sustentáveis e com

máximos desempenhos. Além de materiais arrojados, a aplicação de processos construtivos inovadores e tecnológicos se tornou tendência desde a chegada da NBR 15575. Um bom exemplo são os painéis monolíticos de EPS, método construtivo industrializado, fabricado com lâminas de EPS que constituem fechamentos termoacústicos. O estudo e uso apropriado de dados de vida útil dos materiais e elementos das construções habitacionais possibilitam a obtenção de edificações de excelente qualidade. De acordo com Possan e Demoliner (2013), os profissionais devem avaliar a vida útil mínima dos elementos e sistemas ainda na fase de projeto da edificação, procurando garantir que estes desempenhem suas funções no decorrer da vida útil especificada.

Os painéis monolíticos de EPS, além de atenderem as normas da NBR 15.575, seguem também, o Sistema de Avaliações Técnicas (SINAT) a partir da diretriz n°011 - Diretriz para Avaliação Técnica de Paredes, moldadas no local, constituídas por componentes de poliestireno expandido, aço e argamassa, microconcreto ou concreto. Artigos de ensaios realizados pelo IPT e pelo Laboratório de Materiais de Construção Civil da Universidade Federal de Santa Maria (LMCC – UFSM), comprovam as características mínimas exigidas pela norma de desempenho das edificações:

- Relatório 836187 (IPT) – Ensaio de flamabilidade;
- Relatório 32906 (LMCC – UFSM) – Ensaio de verificação das características térmicas;
- Relatório 32911 (LMCC – UFSM) – Ensaio de isolamento sonora;
- Relatório 33110 (LMCC – UFSM) – Impacto de corpo duro;
- Relatório 835642 (IPT) – Impacto de corpo mole;
- Relatório 33113 (LMCC – UFSM) – Permeabilidade à água;
- Relatório 33115 (LMCC – UFSM) – Durabilidade das armaduras.

2.1.6 Relevância do setor habitacional para a construção civil no Brasil

A indústria das construções habitacionais tem evidente importância socioeconômica e exerce uma missão primordial na esfera do desenvolvimento econômico brasileiro. É totalmente conectada aos segmentos da incorporação

imobiliária, que abrange as práticas voltadas para o incentivo e construção de edificações para comercialização. Consequentemente está diretamente aliada com as questões de demanda por habitações no País (TEXEIRA E CARVALHO, 2005).

2.1.6.1 Importância socioeconômica

De acordo com a Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias (ABRAINC, 2017), nos últimos sete anos, as atividades relacionadas à incorporação imobiliária, ou seja, ligadas ao segmento habitacional brasileiro, anualmente, foram responsáveis por 1,9 milhão de empregos em todo o País. Em 2019, o setor gerou 15% do total de empregos formais no Brasil, havendo um crescimento de 52% em relação a 2018.

A atividade construtiva estimula, através da sua demanda, recursos e insumos de diversos campos da economia brasileira, direta e indiretamente. O aumento do número de empregos e nos salários das pessoas empregadas na construção civil é benéfico para economia como um todo, visto que, gera renda, consumo e por consequência o aumento do Produto Interno Bruto (PIB) do País, o que resumindo, leva a um crescimento econômico devido a seu efeito multiplicador (TEIXEIRA E CARVALHO, 2005).

Segundo dados coletados dos anos de 2000 a 2003 do banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mais precisamente do Cadastro Central de Empresas (CEMPRE), municípios que participam do Programa de Arrendamento Residencial (PAR), criado em 1999, obtiveram um aumento de 20% no número de pessoas em trabalhos pertencentes ao setor da construção, em relação aos municípios sem o PAR, o que demonstra um indicativo de que o programa está atrelado com o aumento nos empregos do setor.

2.1.6.2 Déficit habitacional

Conforme publicação realizada por Fernando Noruiti em 2018, através do Portal Jusbrasil, o déficit habitacional pode ser mensurado por meio de quatro variáveis que, somadas, resultam na necessidade de habitações sobre uma determinada região:

- **Precariedade dos domicílios:** Ou seja, as habitações improvisadas como pessoas que moram em carros, barracas, ou mesmo barracos, casas construídas sem paredes, estruturas rústicas com materiais improvisados e inadequados, ou mesmo lugares que não foram construídos originalmente para moradia;
- **Coabitação:** Quando duas ou mais famílias convivem juntas em um mesmo ambiente, também chamada de cortiços, sem privacidade, com divisão de uso comum do banheiro, lavanderia e outros ambientes;
- **Ônus excessivo do aluguel:** Como parâmetro para essa variável são consideradas pessoas com renda de até 3 salários mínimos que utilizam mais de 30% da sua renda para pagar sua moradia;
- **Adensamento de domicílios:** Número excessivo de pessoas por dormitório em domicílios alugados, ou seja, pensões. Para entrar no cálculo do déficit, considera-se o dormitório com mais de 3 pessoas.

De acordo com estudos da Fundação Getúlio Vargas (FGV), o déficit habitacional atingia cerca de 7,78 milhões de moradias em 2017.

Segundo a Caixa Econômica Federal (CEF, 2009), no decorrer dos anos, diversas medidas foram idealizadas pelo governo com o objetivo de buscar reduzir tal deficiência. Contudo, seria criado em 2009 um dos mais eficientes programas assistencialistas brasileiros da história, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Objetivando atender a população de baixa renda, apenas na primeira fase do Programa, foi estabelecida a meta de entrega de um milhão de unidades habitacionais, com um investimento de 53 bilhões de reais.

O PMCMV é um programa do Governo Federal, coordenado pelo Ministério das Cidades e operacionalizado pela Caixa Econômica Federal, que fundamenta-se na aquisição de terrenos e construção ou requalificação de imóveis contratados como empreendimento habitacionais em regime de loteamentos compostos por casas ou apartamentos, ou condomínios que após sua conclusão, são alienados às famílias que possuem renda familiar mensal de até R\$ 1.800,00, para uma classificação de

empreendimento, ou até uma renda de R\$ 7.000,00 para outra classificação de empreendimento (CEF, 2020).

Ainda de acordo com a Caixa Econômica Federal, algumas entidades listadas a seguir, possuem participação essencial no funcionamento do PMCMV:

- **Caixa Econômica Federal:** Instituição financeira responsável pela definição dos critérios e expedição dos atos necessários à operacionalização do programa, bem como pela definição dos critérios técnicos;
- **Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR):** responsável por estabelecer as regras, diretrizes e condições do programa, além de definir de que forma será feita a distribuição de recursos federais entre as Unidades da Federação. Também é responsável por acompanhar e avaliar o desempenho do programa;
- **Ministério da Economia:** Responsável por rever anualmente os limites de renda familiar dos beneficiários em trabalho articulado com o MDR e, ainda, fixar a remuneração da Caixa pelas atividades exercidas no âmbito do programa;
- **Distrito Federal, Estados e Municípios ou respectivos órgãos das administrações direta ou indireta, que aderirem ao programa:** Estabelecem termos de adesão com a Caixa para que possam participar do programa e, assim, atuar na identificação de necessidades e fornecer condições de ingresso ao programa para seus habitantes. Buscam assegurar a implementação e desenvolvimento do programa, indicando áreas prioritárias para implementação, concedendo isenção de tributos, fornecendo aporte de recursos, entre outros;
- **Empresas do setor de construção civil:** Participam através da apresentação de propostas e execução dos projetos aprovados para aquisição de unidades habitacionais na forma estabelecida e normatizada do programa e realiza a guarda dos imóveis pelo prazo de 60 dias após a conclusão e legalização das unidades habitacionais.

Segundo estudo da FGV (2014), Minha Casa Minha Vida só conseguiu diminuir por volta de 8% deste déficit até o ano de 2015. Embora tenha tido grandes investimentos em moradias, o déficit habitacional ainda é um dilema que se agrava no Brasil, mas que por outro lado move a economia, especialmente o setor de habitações da construção civil, e tem grande importância socioeconômica (SANTOS, 2014).

2.1.7 Sistemas construtivos mais utilizados

Os sistemas construtivos configuram um determinado estágio tecnológico indutor da forma de se projetar e executar os edifícios, isto é, originam o conjunto de conhecimentos técnicos e organizacionais referentes aos materiais de construção, componentes, subsistemas construtivos, máquinas, equipamentos, ferramentas e instrumentos produzidos para o setor da construção civil (Martucci e Basso, 2002).

Sabbatini (1996) descreve sistema construtivo como “um processo construtivo de elevados níveis de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrados pelo processo”.

Perceptivelmente, o método construtivo mais utilizado no país para construção de edifícios residenciais é o sistema convencional de blocos cerâmicos, dispendo de estrutura reticulada em concreto armado e vedação em alvenaria de blocos cerâmicos. Executado no próprio canteiro de obras, por meio de emprego de ferramentas simples e uso de grande número de mão de obra pouco qualificada, representando uma construção pouco industrializada e muito rudimentar (TAUIL, 2015).

De acordo com Carlos Tauil (2015), a alvenaria estrutural é o sistema mais antigo utilizado na construção de habitações populares. Aplicado nesse segmento desde a década de 1970, no início da execução de grandes obras do Banco Nacional de Habitação.

O sistema de parede de concreto foi idealizado sob medida para servir a programas de habitações populares, principalmente em empreendimentos com escala grande de uso. Além das grandes construtoras, com a norma lançada em 2012 (NBR 16.055 - Parede de Concreto Moldada no Local- Requisitos e procedimentos), pequenas e médias empresas adotaram o método construtivo para executar empreendimentos populares em menor escala, com até 500 unidades habitacionais (MONGE, 2015).

É notório que está se fortalecendo no Brasil alguns sistemas de construção, que incluem processos mais modernos e materiais diferentes, sustentáveis ou com melhor custo-benefício. Contudo, através de estudos aprofundados, é possível escolher junto a parâmetros específicos, o melhor método construtivo que se aplica a determinado empreendimento habitacional.

3. METODOLOGIA

A metodologia empregada fundamenta-se em um estudo descritivo e exploratório, onde procura-se apresentar os métodos construtivos para maior compreensão dos sistemas, assistido por informações reunidas que serão utilizadas para a comparação de ambos. Serão levantados dados quantitativos e qualitativos a respeito de materiais e recursos a serem utilizados, sendo estruturada uma pesquisa com a finalidade de comparar a produtividade de execução e os custos entre o método convencional e o sistema monolítico de EPS.

A primeira etapa baseia-se na apresentação do sistema construtivo em alvenaria convencional, um apuramento bibliográfico e contextualização sobre o tema. Exibe as particularidades do processo, tecnologia, equipamentos, ferramentas, mão de obra e complexidades na implantação. Propõe aspectos dos materiais utilizados, armazenamento, manuseio, aplicação, perdas, resíduos e propriedades.

A segunda etapa aborda a origem, história, conceito teórico, características, composição, normas, além dos detalhes e técnicas de construção, transporte e armazenamento do sistema monolítico em painéis de EPS, onde também são expostos de forma individual os aspectos que abrangem o modelo construtivo.

A terceira fase consiste na definição do projeto arquitetônico de uma residência popular, bem como dos seus projetos complementares. A partir de então, iniciou-se o levantamento quantitativo dos materiais e em seguida dos custos de execução da edificação, com base na tabela SINAPI (junho de 2020) para o estado da Paraíba, além de cotações realizadas para serviços não listados na planilha. Por fim da etapa, comparou-se a produtividade e os custos executivos entre os dois sistemas, evidenciando a viabilidade financeira entre eles.

A quarta etapa refere-se a uma análise ambiental entre o sistema construtivo convencional e o sistema monolítico em EPS, ressaltando características individuais de cada método, assim como seus respectivos processos de fabricação e obtenção da matéria prima. Além da apresentação de propriedades sustentáveis do Poliestireno Expandido, exibe-se a metodologia empregue na destinação e reciclagem dos seus resíduos, gerados na fabricação dos painéis monolíticos. A comparação ambiental realizada demonstra o abismo existente entre os materiais utilizados em cada sistema.

4. SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA CONVENCIONAL

4.1 Contextualização

A alvenaria se trata de uma técnica construtiva de procedência milenar, que teve início com uma simples sobreposição de materiais, com o objetivo de se alcançar a um fim específico. De certa maneira, esse método obteve sucesso por meio dos impulsos sofridos, possivelmente devido à uma economia mais estável com o passar do tempo, a maior preocupação com o aumento da competitividade do mercado. Contudo, começou a surgir uma necessidade por elementos e estratégias distintas, que englobassem todas as carências que a alvenaria até então não supria (NASCIMENTO, 2007).

De acordo com Azevedo (1997), alvenaria convencional é definida como construções realizadas com as chamadas estruturas de fundação, ou seja, com vigas e pilares em concreto que são reproduzidos e moldados por meio de formas de madeira e com vedação utilizando blocos de cerâmica, no qual são assentados com o uso da argamassa

O hábito do concreto armado desencadeou no Brasil no início do século XX, patenteado por empresas estrangeiras, sendo empregado primeiramente em obras de pontes e viadutos, porém, após o ano 1930 começou a alavancar e introduzir-se no âmbito geral das edificações da construção civil, sendo assim, combinado com os blocos utilizados até então, no ano de 1940 já havia sido normatizado pela ABNT garantindo maior segurança e confiança pelo senso geral (VASCONCELOS, 1985).

Segundo Ramalho (2003), a alvenaria convencional é um sistema tradicional, entranhado na cultura da habitação brasileira. Conseqüentemente, o método mais aplicado para a edificação de casas e prédios. Faz uso de materiais simples, como o cimento, os blocos cerâmicos para vedação e aço, mas se torna oneroso nos gastos com mão de obra e tem baixa produtividade.

4.2 Processo construtivo

O sistema construtivo em alvenaria convencional (Figura 1), faz uso de vários componentes e diferentes processos executivos. Tem-se o concreto, um composto homogêneo constituído por cimento, água, agregado miúdo, agregado graúdo e ar, bem como a vedação, composta por tijolos cerâmicos, argamassa e revestimento. (BASTOS, 2006). Algumas fases do sistema construtivo relevantes para os fins deste trabalho se encontram descritas a seguir.

Figura 1 - Prédio em alvenaria convencional de vedação

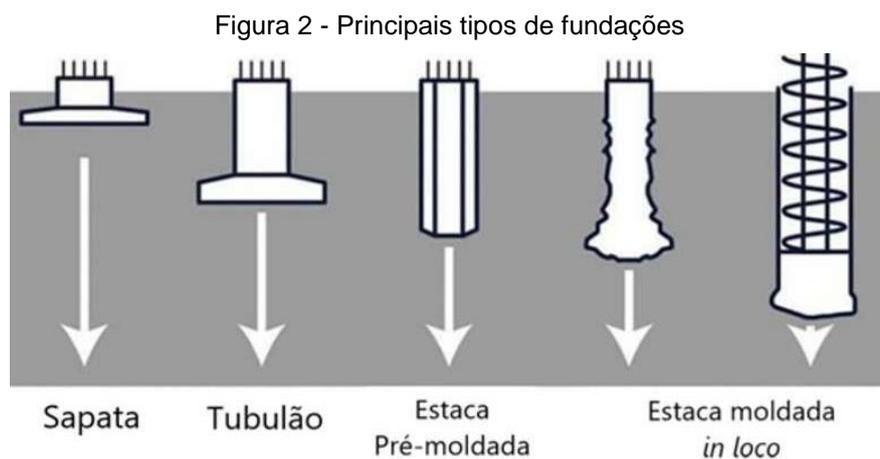


Fonte: AECweb (2018)

4.2.1 Fundação

Segundo Yazigi (2002), a base de uma construção detém a função de direcionar à superfície do chão todo o peso e pressão que a estrutura fará sobre a mesma. Entretanto, a fundação pode ser fabricada de modo a ser profunda ou de superfície (Figura 2). Nas fundações profundas as cargas são conduzidas através de resistência de ponta e por resistência lateral, são caracterizadas por alguns elementos estruturais como as estacas ou tubulões. As fundações de superfície a distribuição de cargas e esforços ocorre com a distribuição de pressão destinada sobre a base da fundação, exemplos desta categoria são os radiers, sapatas e vigas de fundação.

Para o caso de habitações populares, as opções mais utilizadas neste sistema construtivo são fundações do tipo radier ou vigas baldrame.



Fonte: Eixo 11 Arquitetura (2020)

4.2.2 Estrutura de concreto armado

Segundo Bauer (1994), é necessário fazer na construção, a estrutura de concreto armado, ou seja, seu esqueleto composto por vigas e pilares, a partir daí se inicia a realização da alvenaria.

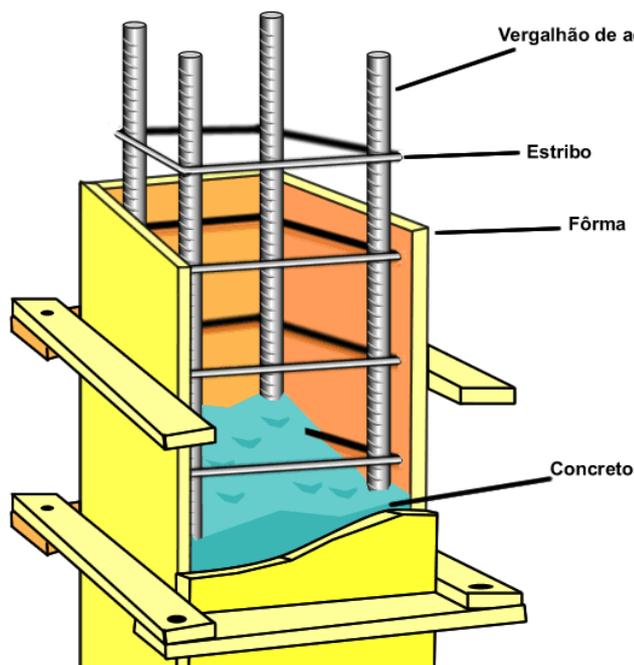
O concreto se trata de um material que possui alta resistência às tensões de compressão, no entanto, apresenta baixa resistência à tração (cerca de 10 % da sua resistência à compressão). Desta maneira, é imperiosa a conveniência de associar ao concreto um material com alta resistência à tração, com a finalidade deste material, colocado propriamente, para resistir às tensões de tração operantes. Com essa associação de materiais, concreto e armadura, surge então o chamado “concreto armado”, no qual as barras da armadura combatem as tensões de tração e o concreto absorve as tensões de compressão (BASTOS, 2006).

Para o concreto armado, existem inúmeros modos e diferentes tipos de métodos executivos. Todavia, para a finalidade deste trabalho, não será descrito nenhum método específico de execução.

Em resumo, os pilares são elementos da estrutura que estão alocados em eixo vertical reto, apurados, a compressão se sobressai como força mais preponderante, estes componentes colaboram em todo o sistema de contraventamento garantindo a estabilidade da estrutura, e fazendo a condução dos esforços atuantes até a laje de fundação, de acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014).

A figura 3 exibe o sistema básico de montagem de um pilar, com sua forma pronta para ser preenchida em concreto armado, com suas ferragens e estribo para união das mesmas, e todos os elementos para garantir uma boa execução e funcionalidade.

Figura 3 - Esquema de forma para concretagem de pilar



Fonte: casadetijolo.blogspot.com (2013)

Em relação as vigas, em tal sistema são elementos que atuam basicamente na horizontal, são lineares, seu comprimento longitudinal deve ser no mínimo três vezes a maior dimensão da seção transversal, segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014). São responsáveis por receberem as cargas oriundas das lajes como também de outras vigas, ocasionando a transferência destes esforços para os pilares, atuam também garantindo o contraventamento e estabilidade da edificação (BASTOS, 2006).

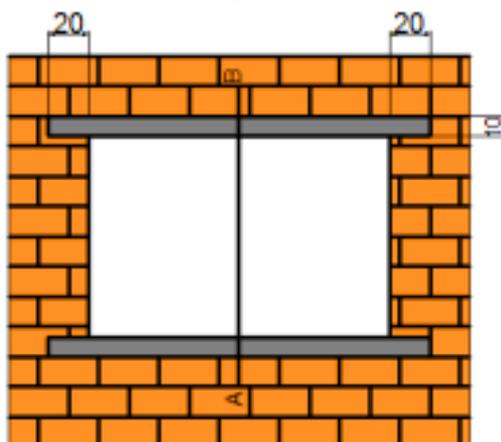
Quanto a distribuição de cargas, os elementos apoiados por cima das vigas distribuem seu peso sobre elas e em seguida estes esforços são transmitidos para os pilares, neste caso a alvenaria de vedação não possui função estrutural. Por sua vez, os pilares distribuem a carga recebida para as fundações.

4.2.3 Alvenaria de vedação

De acordo com a NBR 15270-1 (ABNT, 2005), Componentes cerâmicos: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos, o sistema em alvenaria convencional é composto por um conjunto de paredes que são montadas com blocos cerâmicos, sendo unidos por argamassa, estabelecendo a separação dos ambientes internos, isolamento interno da edificação do externo, também garantindo proteção térmica, acústica. Dispõe de resistência mecânica, resistência contra a água e o fogo.

Durante a fabricação destas paredes é necessário prever as aberturas e os espaços para disposição das esquadrias, todas obedecendo a locação proposta no projeto arquitetônico. Nas aberturas de portas se faz necessário a colocação de vergas, no qual se refere a uma barra superior à esquadria que irá redistribuir as cargas para os blocos adjacentes, impedindo assim que incida sobre a esquadria. Quanto as esquadrias de janela são colocadas as vergas e as contravergas, uma barra inferior que serve para distribuir o peso da esquadria sob os blocos inferiores, evitando trincas e defeitos, como na Figura 4 (BORGES, 1996).

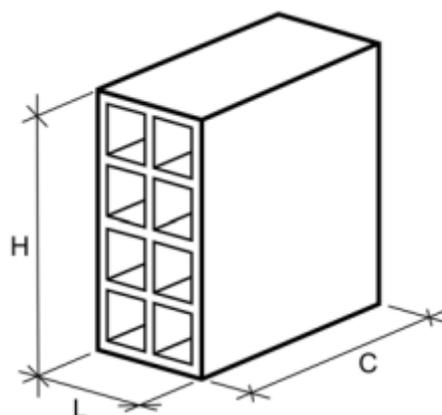
Figura 4 - Esquema de verga e contraverga em alvenaria



Fonte: Thaís Gasperin (2014)

Ainda de acordo com a NBR 15270-1 (ABNT, 2005), um bloco cerâmico determina-se como um elemento que deve possuir a forma de um prisma reto e furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm, estando sua geometria indicada esquematicamente segundo indicado na Figura 5.

Figura 5 - Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal



Fonte: NBR 15270-1 (2005)

Em edificações de menor porte, assentam-se, diretamente, as paredes apoiadas nas fundações, podendo ser em cima de baldrame ou radier ou na parte superior das vigas de concreto armado as quais seguram as sapatas de fundação (KLEIN E MARONEZI, 2013).

Sabbatini (2001) afirma que a alvenaria de vedação convencional não utiliza projeto exclusivo de alvenaria. No qual as soluções construtivas são improvisadas ao longo da etapa de execução. Entretanto, a alvenaria de vedação convencional é um material de construção econômico levando em conta os investimentos iniciais de uma obra.

Com a finalidade de promover maior rapidez e qualidade na execução da alvenaria de vedação, o processo executivo foi classificado em subetapas visando cumprir as diretrizes técnicas estabelecidas na NBR 8545 (1984), Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos, e por consequência evitar futuras anomalias. Sendo divididas em marcação, assentamento e encunhamento. Vale ressaltar que devem ser atendidos os prazos técnicos de execução para o início da etapa seguinte.

4.2.3.1 Marcação

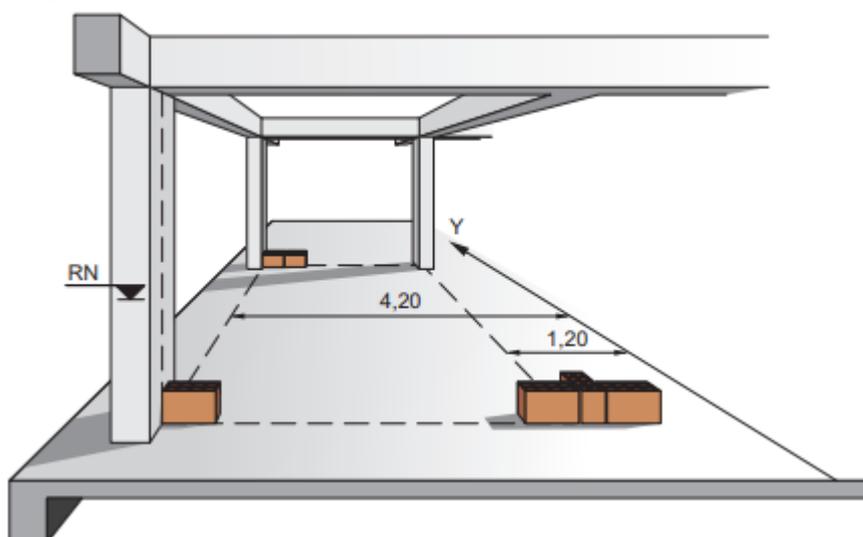
A primeira etapa do processo de levante da alvenaria é a marcação, ou seja, é a determinação da primeira fiada de tijolos. O projeto arquitetônico irá definir os pontos básicos de marcação, de maneira que se garanta a linearidade da alvenaria. É importante que se verifique o nivelamento do piso antes mesmo de se iniciar a

marcação, no caso de existir desnivelamentos é necessário remover o excesso ou aplicar argamassa em situações de depressões (IPT, 2009).

De acordo com o Código de Práticas nº 1 – Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos (2009), aconselha-se que o início da marcação seja pelas paredes externas, contribuindo para o esquadrejamento das paredes, posteriormente as paredes internas da edificação. Após definido os eixos das paredes e aferido os esquadros, inicia-se a primeira fiada em pontos chaves, como canto de paredes, encontros e aberturas.

Segundo a NBR 8545 (1984) as juntas de argamassa entre fiadas devem ter no máximo 10 mm e não devem apresentar vazios. A Figura 6 demonstra a marcação da primeira fiada.

Figura 6 - Marcação da primeira fiada a partir dos eixos de referência



Fonte: Código de Práticas nº 1 - Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos (2009)

4.2.3.2 Assentamento

Na elevação da alvenaria, as fiadas vão sendo produzidas umas sobre as outras de forma que as juntas verticais sejam descontínuas. Caso haja a necessidade da utilização de assentamento com juntas verticais contínuas propõe-se o emprego de armadura longitudinal, localizadas na argamassa de assentamento (NBR 8545, 1984). Um estudo prévio da distribuição dos blocos cerâmicos deve ser realizado a fim de garantir que a alvenaria tenha o maior número possível de blocos inteiros trazendo maior economia, eficiência e velocidade na execução.

Aconselha-se o uso de escantilhão como guia das juntas horizontais, e também prumo de pedreiro para certificar o alinhamento vertical da alvenaria. A cada fiada deve ser utilizada como guia uma linha esticada para assegurar a horizontalidade (NBR 8545, 1984).

Quanto as argamassas recomendam-se que sejam compostas por cimento e cal hidratada, para o assentamento. A argamassa utilizada para o assentamento dos blocos cerâmicos pode ser industrializada ou fabricada em obra e necessitam atender aos requisitos estabelecidos na norma (NBR 13281, 2005).

4.2.3.3 Encunhamento

Entre a última fiada da alvenaria de vedação e a viga, há a situações de fissuras, isso advém da transmissão de alguns esforços para a alvenaria. As notáveis maneiras de executar o encunhamento são por meio de cunhas de concreto, tijolos maciços, argamassa industrializada com aditivo expensor ou espumas expansivas.

Em situações de estruturas com alto grau de deformação, paredes extensas ou muito enfraquecidas pela ocorrência de aberturas, propõem-se a admissão de ligações ainda mais flexíveis, empregando por exemplo a espuma de poliuretano expandido ou “massa podre” combinada com esferas de EPS (poliestireno expandido). De tal maneira, adequações de materiais e de detalhes construtivos precisam ser analisados e pesquisados para certificar a integridade do revestimento das paredes (IPT, 2009).

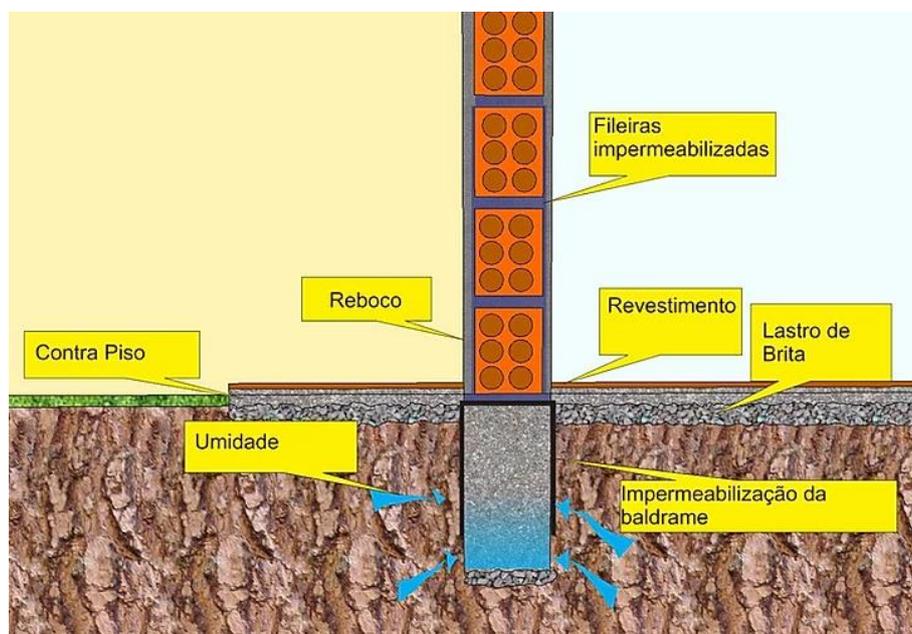
4.2.4 Impermeabilização

No sistema construtivo em alvenaria convencional, é necessário que faça a impermeabilização de alguns elementos, como a fundação (viga baldrame), base das paredes de vedação e do contrapiso. A ausência de impermeabilização da fundação é um dos motivos prováveis de manchas de umidade ou mofo nas paredes, isso sugere ocorrência de umidade ascendente do solo (ABCP, 2013). Diante disso, a infiltração da água advém da capilaridade, ou seja, a penetração de água por entre os poros dos materiais.

Na viga baldrame pode ser realizada a impermeabilização rígida, no qual não poderá haver deformações que ocasionem o surgimento de fissuras, e a impermeabilização flexível que suporta maiores deformações. Contudo, a impermeabilização rígida não tem demonstrado efeitos satisfatórios, sendo a flexível que demonstra um melhor desempenho (PIRONDI, 1979).

Além da impermeabilização das vigas baldrame, é aconselhado que aplique produto impermeabilizante cimentício até a terceira fiada de tijolos e também nas áreas molhadas da edificação como banheiros, cozinhas e lavanderias, sobre o contrapiso e de 20 a 30 cm de altura nas paredes (RS ENGENHARIA, 2019). A figura 7 evidencia o efeito da aplicação de impermeabilizantes.

Figura 7 - Impermeabilização do baldrame e 3 fiadas da alvenaria



Fonte: RS Engenharia (2019)

4.2.5 Revestimentos

Existem inúmeros tipos de revestimentos que podem ser aplicados nas construções, como argamassas, pinturas, texturas, revestimentos cerâmicos, madeira, gessos, mármore, granitos, entre outros. Deve-se levar em consideração, para efeito de comparação, entre métodos construtivos, os revestimentos básicos de paredes e pisos, uma vez que o uso outros revestimentos não diferem quanto as suas aplicações.

4.2.5.1 Revestimento básico de parede

Os revestimentos preliminares em paredes de alvenaria de blocos cerâmicos compreendem a aplicação de argamassa para sua execução. Existem tipos particulares de argamassa, empregues com funções específicas: argamassa de aderência, utilizadas para chapisco; argamassa de regularização, utilizada no emboço; e argamassa de acabamento, utilizada no reboco (AZEVEDO, 2004).

O chapisco corresponde a parte da argamassa que possui contato diretamente com a alvenaria ou em elementos estruturais de concreto. É a primeira camada de argamassa a ser efetuada e tem a responsabilidade de formar uma superfície áspera o suficiente para que proporcione maior aderência à próxima camada, o emboço (PEREIRA, 2018).

Seguidamente a execução do chapisco, continua-se para a regularização da superfície ainda irregular, com a finalidade de aprontar a parede para o assentamento de revestimento cerâmico, quando houver, ou para a execução do reboco para a posterior pintura (PEREIRA, 2018).

O reboco é a última camada de argamassa a ser aplicada em um revestimento, ele é responsável por deixar a superfície plana e lisa para a posterior realização dos serviços de pintura. A NBR 7200 (1998) estabelece o seguinte cronograma de execução do revestimento em argamassa:

- Logo após executadas as alvenarias, deve-se esperar pelo menos 14 dias caso estas sejam estruturais não armadas ou alvenaria de vedação para a execução do chapisco. Caso a estrutura for de concreto ou alvenaria estrutural armada, deve-se respeitar o prazo mínimo de 28 dias;
- Após a execução do chapisco, é necessário esperar pelo menos 3 dias para a execução do emboço;
- Se o emboço for realizado com a adição de cal, o prazo mínimo para a aplicação da próxima camada deverá ser de 21 dias. Caso for executado com argamassa mista ou hidráulica, 7 dias;
- Por fim o reboco deve ser então realizado e com o revestimento pronto, necessita-se esperar pelo menos 21 dias para a cura completa das camadas e a posterior execução de acabamento decorativo.

4.2.5.2 Revestimento básico de piso

O contrapiso é o primeiro revestimento de piso da edificação, que tem como função regularizar a superfície para receber o piso de acabamento final, também de contribuir nas funções que o piso final deverá cumprir, essencialmente no aumento da resistência do conjunto contrapiso mais piso. Em outras palavras, o contrapiso tem, para o acabamento do piso, função equivalente à do emboço para o acabamento da parede (AZEVEDO, 2004).

4.2.6 Instalações elétricas

Segundo Creder (2007), o sistema de instalações elétricas compreende o conjunto de circuitos interligados com o objetivo de repartir a energia pelo edifício, desde a fonte receptora ou geradora de energia até os pontos de utilização ou de transmissão para outros sistemas. As instalações elétricas prediais são normatizadas e amparadas pela NBR 5410 (2004) – Instalações elétricas de Baixa tensão, que determina as exigências que as instalações devem desempenhar.

Ao se realizar as instalações elétricas de uma construção em alvenaria convencional são executados cortes e rasgos nas paredes, produzindo resíduos e perda excessiva de material, elevando a mão de obra e as despesas finais da obra. Seguidamente a abertura de rasgos nos pontos determinados em projeto, segue-se com a instalação dos conduítes, caixas e quadros. Posteriormente, é executado o fechamento dos rasgos, que novamente, exige tempo e mão de obra, e argamassa. Em casos de manutenção na instalação, é preciso abrir mais uma vez os rasgos e tornar a fecha-los (OLIVEIRA, 2012).

Ao fim, é necessário realizar a passagem da fiação equivalente por dentro dos eletrodutos chumbados na parede, conforme estipulado no projeto. A fiação aérea passa por eletrodutos que são instalados na laje ou estrutura do telhado. No caso de fiação por dentro dos pisos, também são passados por dentro dos eletrodutos. Finalmente, deve ser adicionado os dispositivos e seus respectivos acabamentos nas caixas de interruptores, tomadas e nos quadros (OLIVEIRA, 2012).

A Figura 8 exemplifica a sequência de colocação de um ponto elétrico em alvenaria convencional.

Figura 8 - Sequência de colocação de ponto elétrico em alvenaria



Fonte: Thomaz Corsini (2016)

4.2.7 Instalações hidrossanitárias

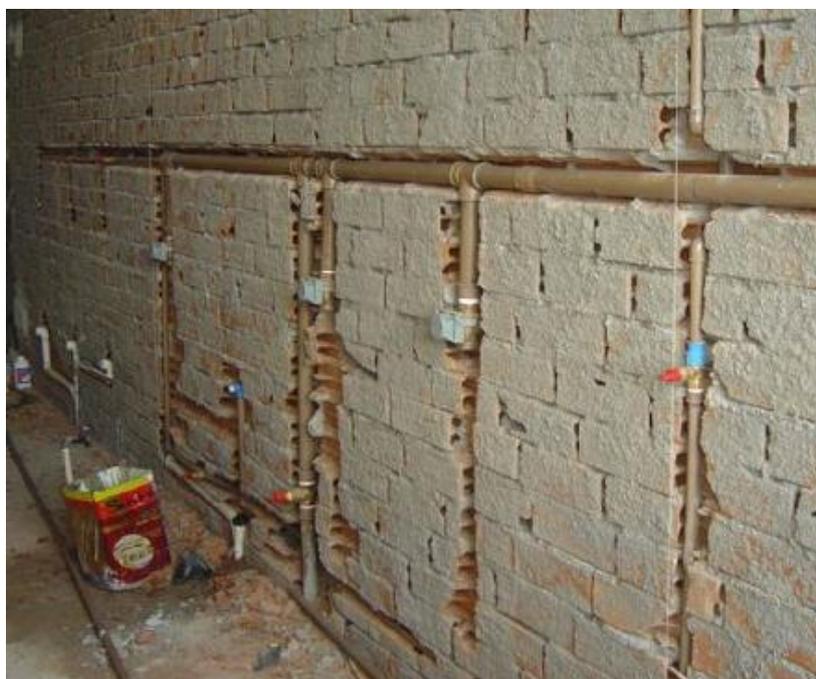
No sistema construtivo em alvenaria convencional, as instalações prediais hidrossanitárias são determinadas pelo conjunto de instalações que dispõem a responsabilidade de abastecer todo o edifício com água, como também coletar e conduzir os efluentes gerados para o local adequado de despejo (CREDER, 2007). De acordo com Neto (2007), as instalações em questão podem transportar água fria, água quente, águas pluviais, efluentes sanitários, gás ou água destinada para combate a incêndios.

Nas instalações hidráulicas, o método de instalação da tubulação é análogo às instalações elétricas, fazendo-se necessário a execução de rasgos para a passagem através das alvenarias de blocos cerâmicos (Figura 9), mais uma vez colaborando

para produção de resíduos, desperdício de materiais e mais mão de obra. Seguida a fixação das tubulações e conexões de acordo com os projetos, efetuação do argamassamento dos rasgos das paredes, precisa-se instalar os registros e proteções hidráulicas para posterior colocação das torneiras e acabamentos (OLIVEIRA, 2012).

As instalações sanitárias quando pensadas em projeto prévio podem evitar grande parte do processo como é feito nas instalações hidráulicas. Porém, em tubulações de recolhimento nas paredes, ainda assim necessitam de cortes e rasgos para efetua-las. Em resumo, torna-se um procedimento construtivo dispendioso e não sustentável (AZEVEDO, 2013).

Figura 9 - Rasgos para tubulação hidrosanitária



Fonte: Quaphil Engenharia (2016)

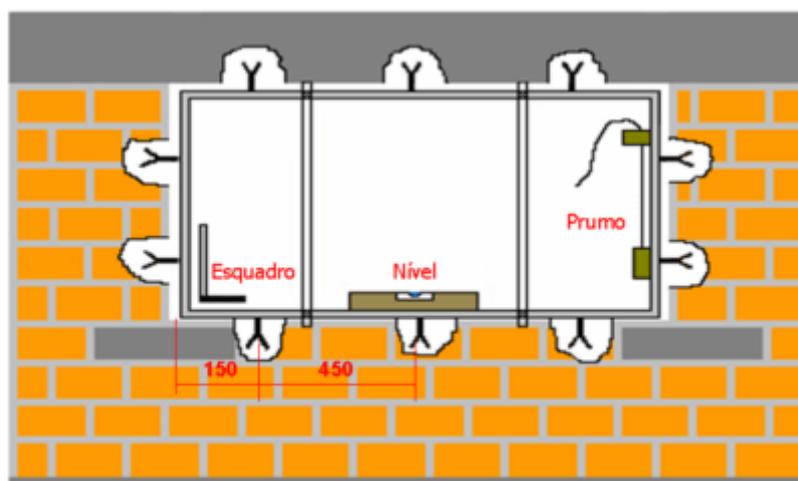
4.2.8 Esquadrias

As dimensões dos vãos de portas e janelas são estabelecidas com embasamento no modelo de janela ou porta que será instalada (de abrir, de correr, etc.), nas necessidades de ventilação e iluminação do ambiente, e em exigências especiais, como por exemplo, passagem de cadeira de rodas. Os vãos nas alvenarias são determinados em função da dimensão da esquadria, da utilização de contramarcos e vergas ou contravergas, da manutenção de folga para assentamento de peitoris e, por fim, do tipo de fixação da esquadria (IPT, 2009).

Após determinação do vão em questão, deve-se requadrar o capiaço e posteriormente, fixar a pingadeira em caso de janelas ou assentar a soleira quando portas. Alguns modelos de janelas exigem o chumbamento de contramarcos na alvenaria para que em seguida instale a esquadria por meio de parafusos. Quando portas, os batentes também devem ser previamente instalados. É importante que sempre se confira o esquadro, prumo e o nível das peças a serem instaladas para garantir o correto funcionamento das esquadrias (RODRIGUES, 2015).

A figura 10 ilustra o correto chumbamento de um contramarco para instalação de janela em alvenaria.

Figura 10 - Chumbamento em alvenaria de contramarco para esquadria



Fonte: Casa com Vidro (2019)

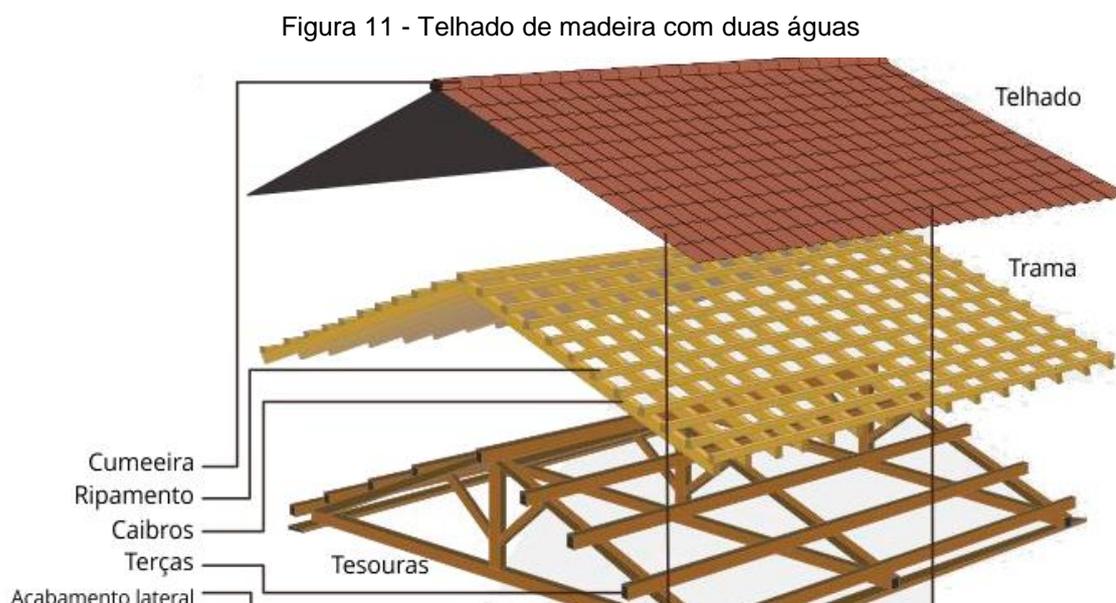
4.2.9 Cobertura

Segundo Milito (2009), a finalidade da cobertura é de preservar a edificação de eventualidades atmosféricas, como águas da chuva, além de garantir mínimo conforto térmico. É composto pelos seguintes elementos: adução, cobertura e estrutura. Segundo estudo realizado por Oliveira (2012), as coberturas mais comuns em habitações populares são com estrutura de madeira e telhas de concreto, cerâmica e fibrocimento.

O telhado é dividido em duas estruturas fundamentais: madeiramento e cobertura. No telhado de telhas cerâmicas ou de concreto, consomem-se em média 15 a 16 telhas por metro quadrado e o caimento do telhado possuir no mínimo 35%

de inclinação. Quanto a cobertura com telhas de fibrocimento com ondulação de 6mm e 8mm, o caimento mínimo deve ser de 22% (BORGES, 2009).

É possível subdividir o madeiramento em armação e trama. A armação se trata da parte estrutural do madeiramento, formada por tesouras ou treliças, cantoneiras, escoras, entre outros. A madeira frequentemente empregada para a armação é a peroba, devido suas propriedades de resistência ao apodrecimento e também por não ser tão dura como o ipê. Aconselha-se que ao calcular e projetar uma tesoura para armação, usar bitolas comerciais para não encarecer os insumos da estrutura. A trama é formada de terças, caibros e ripas, que se apoiam sobre a armação e, portanto, servindo como apoio para as telhas (BORGES, 2009). A Figura 8 ilustra um esquema de uma estrutura de cobertura em madeira.



5. SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS

5.1 Contextualização

A engenharia construtiva em painéis monolíticos de EPS (Poliestireno Expandido) tem princípio através de um programa italiano de industrialização da construção, elaborado para locais sujeitos a terremotos. Com o objetivo de criar uma estrutura monolítica que não desmoronasse e ao mesmo tempo associar características de isolamento térmica no início dos anos 80 (SOUZA, 2009).

Sucedeu-se que foi produzido um painel modular, pré-fabricado, leve, composto por uma alma de EPS acomodada entre duas malhas de aço galvanizado eletrosoldadas, e seguidamente recebendo revestimento em concreto ou argamassa aplicados nas obras, para atender o propósito original do programa italiano (BERTOLDI, 2007).

As edificações em paredes, estruturais ou de vedação, com painéis de argamassa armada com núcleo de EPS, compreendem um sistema construtivo que é capaz de promover racionamento no consumo de materiais, produzir componentes mais leves e com resistência suficiente para suportar os esforços requisitantes do conjunto da obra. No Brasil, o sistema chegou no início dos anos 1990, quando o IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo) realizou estudos dos componentes do sistema e de elementos construídos, onde foram adquiridos resultados aceitáveis (BERTOLDI, 2007).

Para que se entenda conceitos de segurança, habitabilidade e sustentabilidade, é essencial classificar os materiais fundamentais que compreendem o sistema:

- Blocos de poliestireno expandido (EPS), conhecido no Brasil como “Isopor®”;
- Telas de aço galvanizado;
- Concreto ou argamassa.

O produto que mais se evidencia em características de volume e inovação, em relação aos sistemas construtivos habitualmente empregados atualmente no Brasil, se trata do EPS.

5.1.1 Blocos de EPS

EPS refere-se a sigla internacional do Poliestireno Expandido, segundo a definição da norma DIN ISO-1043/78. Difundiu-se no Brasil como “Isopor”, marca registrada pela empresa de origem alemã, Knauf. Se resume a um plástico celular rígido, derivado do petróleo por meio da polimerização do estireno em água (Figura 12). Para aprimorar as especificidades do poliestireno, sobretudo sua resistência ao fogo, durante sua fase de polimerização são inseridos aditivos, exibindo-se então o material sob a forma de pérolas, de aparência vítrea (ABRAPEX, 2016).

Figura 12 - Pérolas de EPS



Fonte: Isomaf (2020)

Aplicando-se vapor saturado nas pérolas, é possível produzir os blocos de EPS, permitindo uma expansão de 20 a 50 vezes do volume originário dos grãos de poliestireno (Figura 13). De acordo a ABRAPEX (2016), a espuma termoplástica resultante comporta 98% de ar e apenas 2% em volume de conteúdo sólido na forma de poliestireno, o que confirma ao EPS suas particularidades físicas peculiares.

Figura 13 - Blocos de EPS



Fonte: Isorecort (2020)

É possível citar sete diferentes tipos de EPS que são fabricados pela Knauf, suas propriedades básicas estão relacionadas na Tabela 2 a seguir. Para a montagem dos painéis monolíticos de EPS, faz-se uso do tipo 7 que apresenta maior densidade aparente mínima e nominal, resistência mínima a flexão e à cisalhamento, além de valores mais baixos de condutividade térmica.

Tabela 2 - Propriedades e características técnicas do EPS (Isopor)

Propriedades	Norma	Unid.	Tipos de EPS (Isopor®)						
			Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7
Densidade aparente nominal	NBR 11949	kg/m ³	10	12	14	18	22,5	27,5	32,5
Densidade aparente mínima	NBR 11949	kg/m ³	9	11	13	16	20	25	30
Condutividade térmica máxima (23°C)	NBR 12094	W/m.k	–	–	0,042	0,039	0,037	0,035	0,035
Tensão por compressão com deformação de 10%	NBR 8082	KPa	≥33	≥42	≥65	≥80	≥110	≥145	≥165
Resistência mínima à flexão	ASTM C-203	KPa	≥50	≥60	≥120	≥160	≥220	≥275	≥340
Resistência mínima ao cisalhamento	EN-12090	KPa	≥25	≥30	≥60	≥80	≥110	≥135	≥170
Flamabilidade (se material classe F)	NBR 11948	Material retardante à chama							

Fonte: Knauf (2020)

Apenas no Brasil, a produção de EPS chega a 100.000 toneladas por ano. A Knauf, proprietária da marca Isopor®, é a maior produtora de poliestireno expandido do Brasil, desenvolvendo soluções em diversos formatos, tamanhos, padrões e densidades (KNAUF, 2020).

A seguir, apresentam-se figuras de uma obra realizada em painéis monolíticos de EPS, em 2017, na cidade de Vila Nova dos Martírios, estado do Maranhão. Tal obra pôde ser acompanhada e registrada pelo aluno, contribuindo assim para o desenvolvimento deste trabalho.

5.2 Processo construtivo

Os painéis podem ser construídos manualmente no local da obra, a começar do corte do EPS, da montagem da tela eletrosoldada e aplicação do revestimento estrutural ou podem ser utilizados pré-painéis industrializados providos de placas laminadas e com a fixação das malhas eletrosoldadas, levando para o canteiro de obras apenas para posicionar e aplicar o revestimento estrutural, o que estimula o processo construtivo. Ainda existe a alternativa da produção de painéis totalmente prontos, sendo necessário apenas a montagem no local da obra, daí a facilidade de execução de projetos de construção em larga escala, como é o caso de conjuntos habitacionais. Os painéis de certa maneira leves, de fácil manejo por parte dos montadores e ajudantes e não requer a utilização de equipamentos de grande porte para o manuseio no decorrer do seu transporte (MEDEIROS, 2017).

5.2.1 Fundação

A escolha do tipo de fundação é realizada conforme definido no cálculo estrutural, analisando o tipo de terreno e suas respectivas características de solo. Usualmente podem ser empregados diferentes tipos de fundação, tipo laje radier, sapata corrida, ou então uma fundação especial se as condições de sondagem do terreno ou arquitetônicas não forem convenientes. (TECHNE, 2012).

A fundação mais recomendada para o sistema construtivo é do tipo radier. De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014) o radier é um modelo de fundação direta ou superficial, no qual distribui toda a carga da edificação de forma constante no terreno, sendo fundamentalmente uma laje contínua e maciça, com resistência característica do concreto estabelecida devido os aspectos de durabilidade e resistência estrutural. Alguns dos benefícios que se evidenciam na fundação radier são: rapidez na execução, redução de mão de obra, redução na quantidade de fôrmas de concretagem e redução máxima dos recalques diferenciais.

A fundação do tipo radier, geralmente é executada com concreto $f_{ck} = 20$ Mpa e espessura de 18 cm, respeitando os critérios de projeto. A armadura é geralmente constituída por tela simples ou dupla, de aço galvanizado CA-60, eletrosoldada com malha de 10 cm x 10 cm. (TECHNE, 2012)

Em relação aos sistemas hidrossanitários, elétricos, de comunicação, segurança e outros, que possam a influenciar a execução do radier, são dispostos antes de iniciar a concretagem da fundação. A tubulação é aterrada e nivelada ao solo para lançamento do concreto (MONOLITE,2017). A Figura 14 apresenta a fundação radier executada.

Figura 14 - Fundação do tipo radier executada para receber painéis de EPS



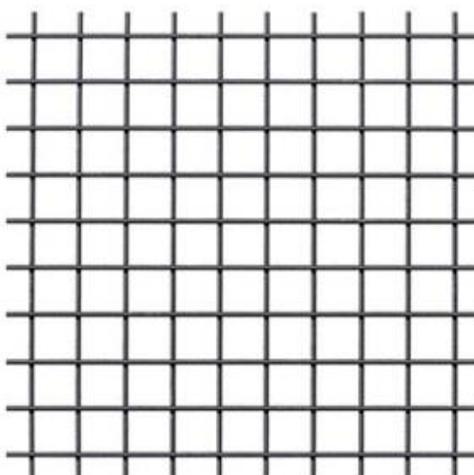
Fonte: Autor (2017)

5.2.2 Painéis de EPS

A confecção dos painéis no canteiro de obras é realizada quando não existe indústrias especializadas do segmento na localidade ou mesmo quando a logística para o transporte dos painéis torna-se onerosa, logo inviável, sendo um procedimento que requer mais tempo, porém que não prejudica o comportamento dos painéis monolíticos de EPS. As chapas EPS que constituem o núcleo dos painéis são laminadas conforme a caracterização e layout de cada projeto.

As telas utilizadas no sistema construtivo devem possuir bitola entre 2,1mm e 5mm, e são confeccionadas em aço de alta resistência, com tensões de tração e compressão superiores a 600 MPa, com limite de escoamento maior que 600 N/mm² e limite de ruptura superior a 680 N/mm² (Figura 15). O aço aplicado deve ser do tipo galvanizado a quente ou inoxidável, coniventes às necessidades de utilização e que garantam estabilidade e integridade no decorrer do tempo (ALVES, 2015).

Figura 15 - Tela eletrosoldada malha de 10x10 cm



Fonte: Gerdau (2020)

Para montagem dos painéis, deve-se efetuar a fixação entre as telas, grampos, espaçadores e placas de EPS (Figura 17). Para viabilizar maior capacidade de produção e sistematização de execução, propõe-se a utilização de grampeadores pneumáticos (Figura 16). O arame recozido nº 18 é o mais indicado para evitar corrosões e rompimentos do conjunto, sendo assim, compatíveis com o aço utilizado nas telas pop, como também são chamadas, certificando-se assim o controle de qualidade dos materiais que compõem o sistema (ALVES, 2015).

Figura 16 - Pistola grampeadora pneumática



Fonte: MakingTEC (2020)

O conjunto final é surpreendentemente leve, pesando em média entre 2,5 kg/m² a 4 kg/m² antes da aplicação da argamassa. Para parâmetros de comparação, uma alvenaria convencional simples de mesmas dimensões, esses valores podem chegar a 120 kg/m² (ALVES, 2015).

Os painéis de EPS permitem alto grau de padronização, elevado controle de produção e repetição, em resumo, trata-se de um sistema moderno e com tecnologia avançada quando relacionada ao método construtivo convencional. As sobras e resíduos de EPS oriundos de cortes e quebras ao longo da linha de produção são devidamente recolhidos, triturados e, enviados para reciclagem ou reaproveitados para produção de concreto leve, conferindo em desperdício basicamente nulo no processo de montagem. A sistemática de produção dos painéis é uma alternativa atraente para estimular a aplicação da metodologia construtiva em programas com particularidades de habitação popular em grande escala, uma vez que, a capacidade de produção dos painéis fica em torno de 4,0 a 4,5 m/min, com painéis de espessura entre 50 a 250 mm e largura de 1000 a 1250 mm, de acordo com montadora chinesa NKL (2017).

Figura 17 - Aplicação da tela eletrosoldada ao bloco de EPS



Fonte: Autor (2017)

5.2.2.1 Levantamento das paredes

Logo após a confecção dos painéis, os mesmos são fixados à fundação através da sua base, com barras de vergalhão aço CA-50 de 8mm de diâmetro, espaçadas entre 30 e 50 cm (Figura 18) e procurando sempre posicionar ao menos uma no centro de cada painel, com engastamento na fundação de no mínimo 10 cm e transpasse mínimo de 30 cm nos painéis. Os vergalhões de aço podem ser instalados simultaneamente com a armadura de fundação ou fixadas posteriormente, efetuando furos na fundação por meio de um martelo e sucessivamente os fixando com adesivo epóxi ou selante PU para ancoragem estrutural. Importante que se fixe as barras de acordo com a locação e as definições do projeto (MONOLITE, 2017).

Figura 18 - Fixação das barras de ancoragem dos painéis



Fonte: Autor (2017)

O montador necessita fixar os painéis nas ancoragens por meio da mesma pistola grampeadora, que foi utilizada para prender as telas aos blocos de EPS, com grampos de aço CA 60 ou apenas com arame recozido e torquês. O sistema de montagem poderá ser otimizado com a numeração dos painéis. O painel é manuseado e posicionado por poucos funcionários (Figura 19 a 21), contribuindo para a simplificação e rapidez da montagem e, além disso, dispensa a constituição de grupos de trabalhos especiais (ALVES, 2015).

Figura 19 - Posicionamento dos painéis junto as ancoragens de aço



Fonte: Autor (2017)

Figura 21 - Posicionamento dos painéis de EPS



Fonte: Autor (2017)

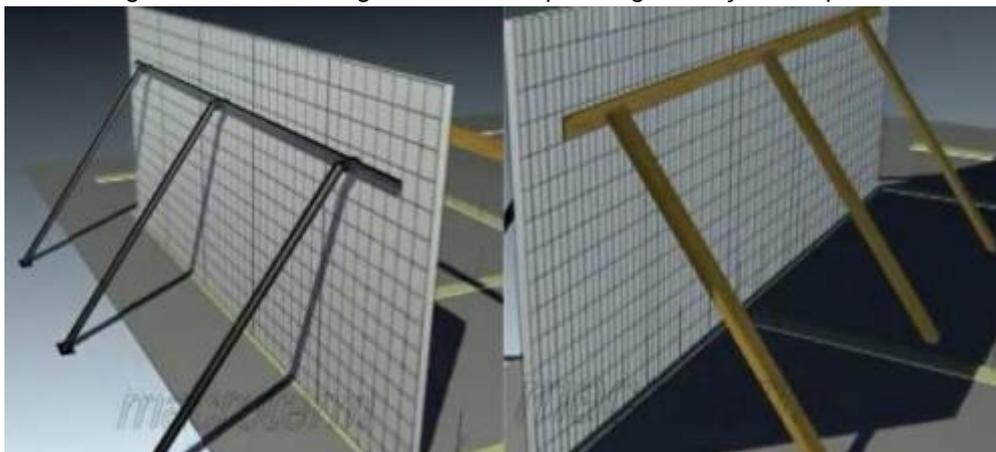
Figura 20 - Finalização do posicionamento dos painéis de EPS



Fonte: Autor (2017)

Para certificar a execução de prumo e alinhamento correto dos painéis, empregam-se régulas de madeira ou metais que são fixadas a 2 metros da base, horizontalmente nos painéis. As escoras reguláveis são colocadas na diagonal para garantir a verticalidade dos painéis (Figura 22). Em casos de pavimentos superiores, a metodologia se repete, sem a necessidade dos arranques de aço, uma vez que as próprias telas dos painéis verticais poderão fazer essa função. (COELHO, 2015).

Figura 22 - Uso de réguas e escoras para regularização dos painéis



Fonte: Macroterm (2015)

5.2.2.2 Reforços em telas

Quanto as aberturas de vãos para portas e janelas e encontro de painéis, é necessário que realize os reforços destes pontos fundamentais com as próprias telas de aço galvanizado (Figura 23). A malha é encarregada por muitos aspectos essenciais do sistema, como sua propriedade autoportante e por etapas de execução do método construtivo, sendo fundamental para amarração entre os painéis através de sobreposição e como estrutura de apoio para instalação dos sistemas hidráulicos e elétricos (MONOLITE, 2017).

De acordo com Alves (2015), o sistema possui três categorias básicas de reforços, preparados com malha de aço galvanizado, podendo ser até mesmo das sobras de malhas de aço usadas na fabricação dos painéis: reforço L, reforço Liso e reforço U. A finalidade da utilização destes reforços, é produzir uma estrutura monolítica, após a aplicação da argamassa nos painéis, além de tratar prováveis pontos críticos da estrutura. Tais reforços são fixados ao conjunto tela-EPS com arame recozido ou grampos galvanizados.

O reforço em tela tipo “L” é utilizado em todo encontro de paredes perpendiculares, cantos de paredes ou paredes em T. Em relação ao reforço “liso”, é empregado em aberturas de portas e janelas e encontros retos de painéis. Esta técnica é prevista para dissipar tensões comuns nesses pontos e possíveis fissuras, este reforço também é utilizado em painéis que necessitem de recortes para passagens de tubulações hidráulicas e elétricas (TECHNE, 2012).

Figura 23 - Reforços em telas para abertura de vãos e encontro de painéis



Fonte: Autor (2017)

O reforço tipo “U” é aplicado em todas as aberturas de portas, janelas ou passagens (Figura 24). São armaduras com funções análogas as vergas e contra vergas do sistema convencional, fixadas com arame recozido, impedindo assim que o revestimento dos painéis seja lançado diretamente no bloco de EPS e por fim anular os esforços de corte e esmagamento localizados (TECHNE, 2012).

Figura 24 - Detalhe de aplicação de reforço tipo "U" em vão de porta



Fonte: Autor (2017)

5.2.3 Impermeabilização

A falta ou a incorreta impermeabilização em uma edificação é um problema habitual e que também favorece para a desvalorização do imóvel, em razão da degeneração das argamassas e da pintura, além de ser prejudicial para a saúde dos habitantes. Ambientes úmidos como cozinhas, banheiros e lavanderias, necessitam de uma atenção especial, visto que a água presente pode facilmente os prejudicar, ocasionando as infiltrações.

O desempenho do sistema monolítico em EPS é espontaneamente de um impermeabilizante, uma vez que a umidade da parede externa não transpassa para parte interna da parede, simplesmente por a camada de argamassa externa não fazer contato com a camada de argamassa da parte interna, isso proporciona que o sistema de painéis em EPS seja tanto um isolante termoacústico como um conjunto impermeável. Mesmo que não efetue a impermeabilização das paredes e a camada esteja completamente molhada, a umidade não atravessará pelo bloco de EPS, portanto, não apresentará marcas de infiltrações do outro lado (LIMA, 2018).

O EPS não é um material higroscópio, mesmo quando imerso em água o EPS absorve apenas baixas parcelas de água. Esta característica certifica que o EPS conserve as suas propriedades térmicas e mecânicas mesmo perante a ação da umidade (TECNOCELL).

É aconselhado que em banheiros, cozinhas e lavanderias, que são áreas molhadas, devem ser aplicados material impermeabilizante, para impedir que a água chegue às camadas de argamassa das paredes ou adentre ao piso. Caso a impermeabilização apresente falhas ou se o rejunte entre as cerâmicas falhar, a umidade não chegará aos ambientes vizinhos, pois existe um núcleo impermeabilizante, isso é a caracterização básica de isolamento termoacústico e impermeabilizante.

5.2.4 Instalações elétricas e hidrossanitárias

Ao término da fixação de todos os painéis e execução dos reforços nas regiões definidas, começa-se a instalação dos sistemas elétricos e hidrossanitários, ou outras instalações quando houver. A instalação dos sistemas hidráulico e elétrico no sistema construtivo em paredes de EPS, acabam tendo seus procedimentos otimizados, visto que os resíduos gerados com quebra de material para executar as passagens no sistema convencional são descartados (COELHO, 2016).

O sistema de painéis monolíticos de EPS apresentam como diferencial em sua fabricação a conformidade com as suas instalações, para isso, tudo é planejado antes de iniciar os serviços de projeção da argamassa para acabamento, de acordo com os projetos, além de dispor de um planejamento sequencial de execução para cada etapa da obra (ALVES, 2015).

Logo, inicialmente realiza o desenhado do caminho das instalações nos painéis de EPS por meio de tinta spray. Faz-se uso de um soprador térmico para realizar a abertura das cavidades para as inserções das tubulações em geral (Figura 25), com o ar quente o EPS se funde com facilidade. Seguidamente a abertura dos sucos nos painéis, são passados, na parte interna da malha de aço, os materiais que compõem a instalação (ALVES, 2015).

Figura 25 - Abertura de cavidades das tubulações com soprador térmico



Fonte: Tecnopanel (2017)

As saídas de hidráulica e caixas em geral para instalação elétrica precisam ser fixadas nas malhas de aço e configuradas para que fiquem niveladas com o plano da face de revestimento concluído (Figura 26 e 27). Em casos dos tubos rígidos ou semirrígidos, quando necessário, a tela de aço pode ser cortada com o auxílio de um alicate e por fim, se deve fechar mais uma vez a abertura com tela para garantir a fixação da tubulação. Para projetos de múltiplos pavimentos sugere-se o emprego de shafts, objetivando a facilidade quanto a manutenção dos sistemas elétrico e hidráulico (MONOLITE, 2017).

As aberturas para instalação das tubulações não influenciam na capacidade da estrutura monolítica em virtude da pequena área que ocupam no interior dos painéis. Em ocasiões de reformas ou manutenções das instalações, esta será realizada da mesma maneira em que é executada para a alvenaria convencional, após a abertura da parede é necessário reinstalar a malha de aço e refazer o acabamento em argamassa, assim como os revestimentos finais (MONOLITE, 2017).

Figura 26 - Instalação de tubulação de hidrosanitária



Fonte: Autor (2017)

Figura 27 - Instalação de componentes elétricos



Fonte: Autor (2017)

5.2.5 Esquadrias

Quanto às aberturas de vãos para as esquadrias nos painéis, podem ser realizadas dentro do próprio canteiro de obras, no qual são efetuados cortes do painel com ajuda de uma serra circular na medida e local definidos previamente em projetos. Como já descrito anteriormente, reforços devem ser efetuados nesses vãos a fim de evitar fissuras ou deformações (MONOLITE, 2017).

Nos cantos das aberturas dos painéis são fixadas malhas de aço de forma oblíqua, buscando o ângulo de 45° com as bases dos painéis. Lembrando que também são aplicados reforços tipo “U” nos capiaços de cada abertura. Na instalação das esquadrias, deve ser removida parte do EPS no local onde os chumbadores estarão posicionados, reforçando o núcleo com argamassa estrutural (ALVES, 2015).

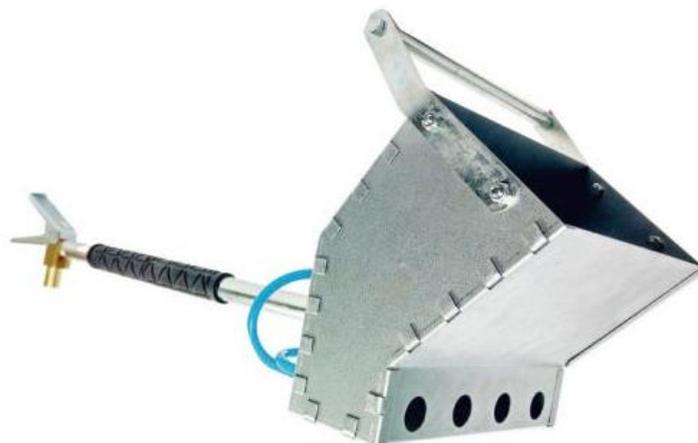
Após a aplicação de todo o revestimento em argamassa, processo que será descrito mais adiante, começa-se a colocação dos batentes e caixilhos das esquadrias, que posteriormente serem fixados e terem o prumo e o nível acertados, carecem de proteção, a fim de que os respingos da argamassa da segunda fase aplicação não os causem problemas com os respingos. (ALVES, 2015).

5.2.6 Revestimentos

Esta etapa pouco se diferencia do revestimento efetuado no sistema em alvenaria convencional. A diferença básica se encontra na definição do traço e composição da massa, que na verdade trata-se de uma argamassa estrutural ou microconcreto. Os elementos do microconcreto são: areia média e cimento com a opção de incluir fibras plásticas e aditivos, para oferecer maior consistência e impedir a retração exagerada do revestimento (SOUZA, 2009).

Segundo Alves (2015), o revestimento é efetuado em duas camadas, a primeira preenche a superfície do EPS com microconcreto até que se cubra a tela metálica, e a segunda trata-se do revestimento convencional final, o reboco (Figuras 29 a 35). A argamassa utilizada pode ser lançada de forma manual, ou projetada por meio de rebocadoras pneumáticas (Figura 28), e ambas devem passar pelo desempeno até atingir a espessura determinada em projeto.

Figura 28 - Rebocadora pneumática



Fonte: Megatools (2020)

A princípio se executa as mestras, ou taliscamento, que têm como função a demarcação das áreas de projeção, determinando a espessura final do revestimento, como também servem de apoio para a régua manuseada durante o sarrafeamento. A projeção deve prosseguir sempre de baixo para cima e a espessura de 3,5 cm do microconcreto é obtida por camadas. A camada de projeção deve possuir espessura mínima de 0,5 cm e no máximo de 2,0 cm, evitando os excessos e de maneira a evitar o retrabalho (MONOLITE, 2017).

Após o lançamento da argamassa, o duvidoso bloco de EPS apresenta propriedades rígidas devido a união dos elementos EPS, telas metálicas e argamassa, possuindo uma resistência a compressão por volta de 30% acima que a habitual alvenaria de blocos cerâmicos (BARRETO, 2017). Em relação a execução do revestimento de pisos, segue-se idêntico ao sistema convencional. As figuras a seguir apresentam a sequência básica de aplicação dos revestimentos.

Figura 29 - Início da primeira camada de revestimento dos painéis



Fonte: Autor (2017)

Figura 30 - Conclusão da primeira camada de revestimento



Fonte: Autor (2017)

Figura 31 - Aplicação da primeira camada de revestimento em paredes com tubulações



Fonte: Autor (2017)

Figura 32 - Início da segunda camada de revestimento nos painéis



Fonte: Autor (2017)

Figura 34 - Conclusão da segunda camada de revestimento dos painéis e revestimento do piso



Fonte: Autor (2017)

Figura 33 - Circulação com revestimento de painéis e piso



Fonte: Autor (2017)

Figura 35 - Fachadas com os revestimentos aplicados



Fonte: Autor (2017)

5.2.7 Cobertura

Quanto a execução de coberturas para casas térreas, o sistema construtivo em painéis de EPS não foge do método convencional já conhecido, porém, o processo de cobertura da edificação pode ser aprimorado através da utilização de telhados leves e que colaboram para o desempenho termoacústico da construção (Figura 36). A estrutura fabricada pode ser rapidamente fabricada com perfis metálicos galvanizados, seguindo o layout determinado em projeto, tendo a possibilidade de parafusar ou chumbar com argamassa na estrutura da casa (ALVES, 2015).

Em relação as telhas, indica-se o emprego das termoacústicas, conhecidas também como telhas sanduiche, estas são compostas por duas chapas de material metálico (zinco) e um núcleo de material isolante térmico, que pode ser o EPS ou a espuma de poliuretano (Figura 37). As telhas termoacústicas funcionam tanto em telhados embutidos como nos telhados aparentes, sendo utilizadas em projetos de pequena, média e grande escala (THERMOTELHA, 2020).

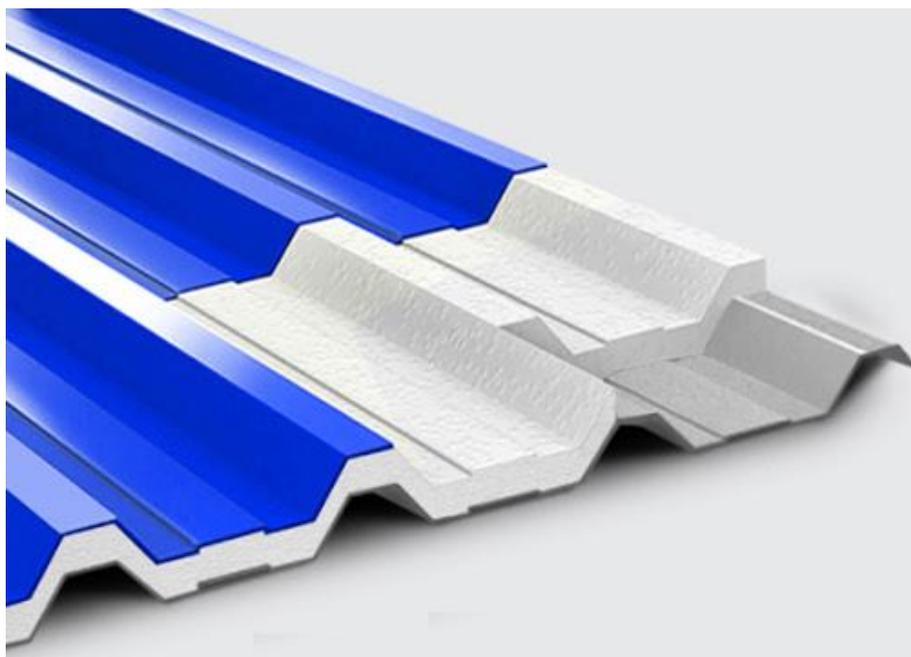
O efeito térmico e acústico é potencializado com os painéis monolíticos, aumentando o desempenho da edificação e consequentemente conforto para os habitantes (ALVES, 2015).

Figura 37 - Aplicação de telhas sanduíches (modelo colonial) em estrutura metálica



Fonte: Autor (2017)

Figura 36 - Detalhe de telha termoacústica trapezoidal com núcleo de EPS



Fonte: Telha São Carlos (2020)

5.2.8 Transporte e armazenamento

Devido a leveza dos painéis monolíticos de EPS, em comparação aos blocos cerâmicos do sistema convencional, são facilmente transportados e manuseados dentro do canteiro de obras. De acordo com Silva (2018) o processo pode ser realizado na maioria das vezes manualmente, quanto o armazenamento, os painéis necessitam ser arranjados horizontalmente em pilhas com até 20 painéis, abrigados em local limpo e seco.

Aconselha-se que a fabricação dos painéis seja realizada em local diferente do local de instalação, potencializando a linha de produção, principalmente em situações de repetições como é o caso de conjuntos habitacionais (MONOLITE, 2017).

5.3 Características do poliestireno expandido (EPS)

Segundo informações fornecidas pela Associação Industrial de Poliestireno Expandido (ACEPE), em Portugal, as principais características do material EPS encontram-se listada a seguir:

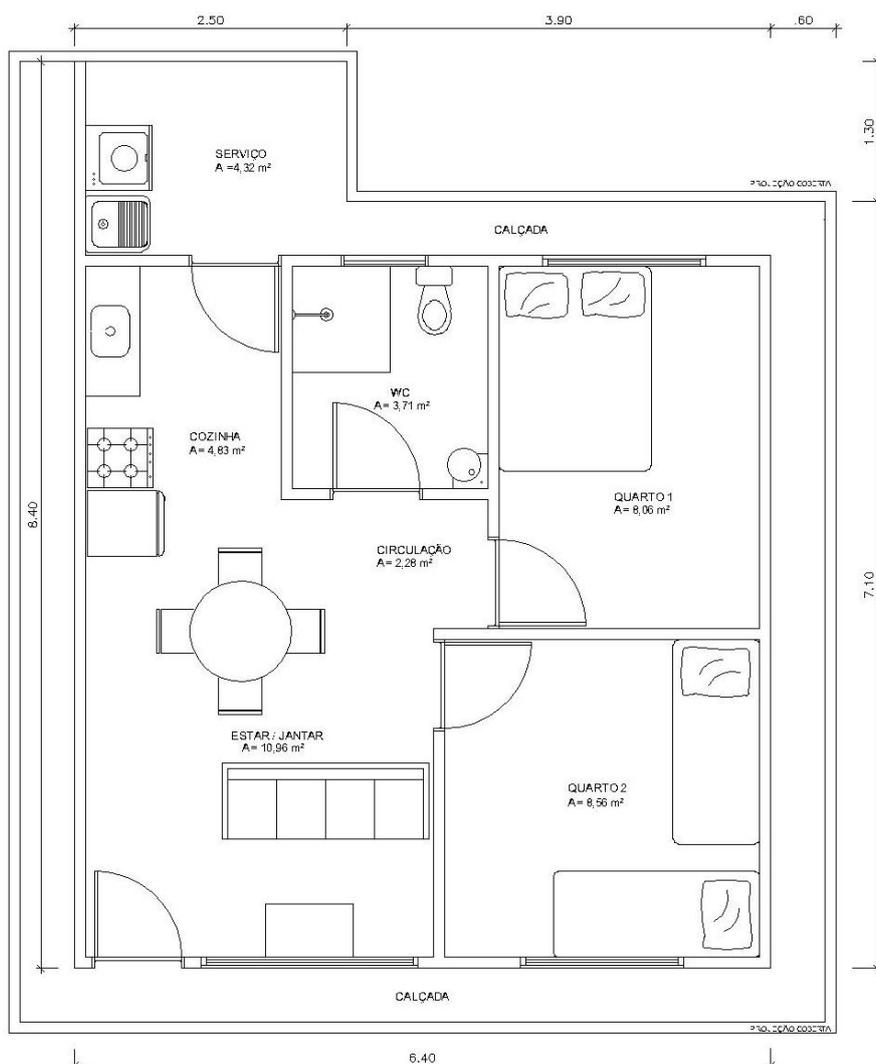
- **Baixa condutibilidade térmica:** A organização de células fechadas, repletas de ar, reduz significativamente a troca de calor, concedendo ao EPS um grande poder isolante;
- **Leveza:** As densidades do EPS variam entre os 10 e 30 kg/m³, proporcionando uma redução considerável do peso dos produtos que o utilizam;
- **Resistência mecânica:** Embora seja muito leve, o EPS possui uma resistência mecânica alta, que possibilita a sua aplicação onde esta característica se faz necessária;
- **Baixa absorção de água e insensível à umidade:** O EPS não é um material higroscópico. Ainda que mergulhado em água, o EPS absorve irrisórias quantidades de água. Tal característica assegura que o EPS preserve as suas propriedades térmicas e mecânicas ainda que tenha a ação da umidade;

- **Fácil manuseio e transporte:** O baixo peso do EPS simplifica o manuseamento do mesmo em obra. Quaisquer operações de movimentação e fixação são reduzidas consideravelmente;
- **Versátil:** O EPS pode ser facilmente moldado e conformado de acordo com tamanhos e formas requeridos para a aplicação;
- **Resistente ao envelhecimento:** Todas as propriedades do EPS permanecem constantes ao longo da vida do material, que se torna tão duradoura quanto a vida da construção em que se aplica. O EPS não apodrece nem adquire bolor, não é solúvel em água nem desprende substâncias para o ambiente. O EPS não serve de alimento ou substrato para o desenvolvimento de animais ou microrganismos;
- **Flamabilidade:** Mais de 90% do EPS fabricado no Brasil é destinado a utilização na construção civil, desse total, 100% é da classe “F”, ou seja, aditivado com retardante à chama, que tem como intenção evitar a propagação de incêndios, mediante uma fonte de ignição. O EPS tipo “F” irá se retrair, isto é, “encolher”, sem entrar em combustão.

6. ANÁLISE FINANCEIRA – ALVENARIA CONVENCIONAL E PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS

A partir de então, serão expostos dois modelos residenciais, com um mesmo projeto arquitetônico, porém, com sistemas construtivos diferentes. A edificação consiste em uma habitação unifamiliar de padrão popular, com pé direito de 3,00 m. A cobertura da edificação optou-se por telhas termoacústicas no modelo colonial de 1,00 metro de comprimento, devido a fins de conforto térmico. A residência é composta pelos seguintes ambientes: sala de estar e jantar, dois quartos, cozinha, circulação, banheiro social e área de serviço, totalizando uma área construída de 46,80 m². A planta baixa do projeto residencial encontra-se na Figura 38, os demais projetos estão apresentados nos Apêndices A, B, C, D, E, F e G.

Figura 38 - Layout da residência



Fonte: Autor (2020)

A Tabela 3 apresenta o detalhamento da área construída do modelo da edificação utilizada.

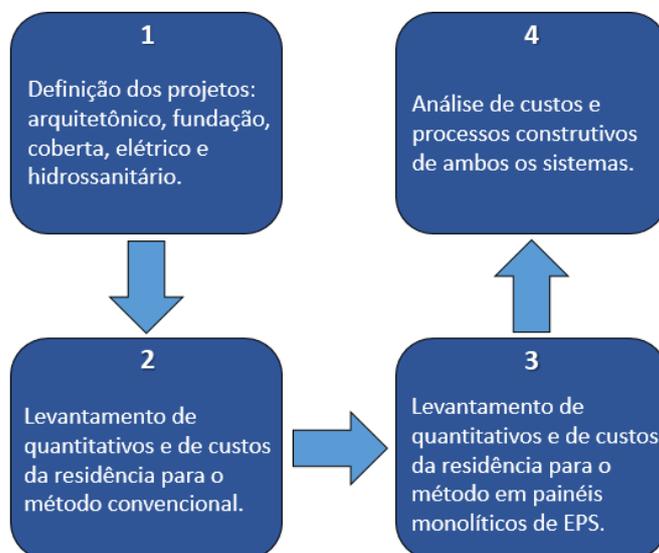
Tabela 3 - Detalhamento dos ambientes da residência

AMBIENTE	ÁREA
SALA / JANTAR	10,96 m ²
QUARTO 1	8,06 m ²
QUARTO 2	8,56 m ²
WC	3,71 m ²
CIRCULAÇÃO	2,28 m ²
COZINHA	4,83 m ²
ÁREA DE SERVIÇO	4,32 m ²
TOTAL – ÁREA ÚTIL	42,72 m ²
TOTAL – ÁREA CONSTRUÍDA	46,80 m²

Fonte: Autor (2020)

A partir da análise dos projetos, foi efetuado o levantamento quantitativo e de custos no sistema construtivo convencional de blocos cerâmicos e o sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS. Comparando os resultados, evidenciou o método executivo com maior viabilidade financeira e construtiva. Os quantitativos de materiais foram obtidos a partir dos projetos complementares da unidade habitacional e os custos dos insumos e serviços foram retirados da tabela SINAP (Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da construção Civil) do mês de junho de 2020. A Figura 39 se trata de um fluxograma que representa de forma sistemática o procedimento utilizado para elaboração de tal análise comparativa.

Figura 39 - Fluxograma metodológico



Fonte: Autor (2020)

Para melhorar a apresentação dos dados, este levantamento e orçamento foram divididos em sete principais etapas construtivas, sendo eles:

1. Infraestrutura;
2. Superestrutura e paredes;
3. Esquadrias;
4. Cobertura;
5. Impermeabilização;
6. Revestimentos;
7. Instalações;

Algumas etapas construtivas como: serviços preliminares, pintura, pavimentação, louças e metais, forros e outras complementações, não foram consideradas para elaboração do orçamento de cada sistema construtivo, uma vez que seus processos não variam de método para método. Outras etapas como: esquadrias, impermeabilização, revestimento e instalações, possuem uma variação considerável em relação as suas execuções, obtendo ganho na produtividade e consequentemente no custo final da obra.

Com as etapas estabelecidas e a finalização do levantamento quantitativo de todos os projetos (Apêndice H e I), apresentam-se assim, no Apêndice J os custos detalhados para construção de uma habitação popular no sistema construtivo convencional e no Apêndice K os custos detalhados para construção da mesma habitação popular, porém utilizando o sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS. De tal forma, as tabelas 4 e 5 a seguir resumem as estimativas de custos para cada método construtivo:

Tabela 4 – Estimativa de custos para construção em alvenaria convencional

ETAPA	CUSTO	%
1.0 Infraestrutura	R\$ 11.039,82	22,34
2.0 Superestrutura e paredes	R\$ 7.874,71	15,93
3.0 Esquadrias	R\$ 6.007,30	12,16
4.0 Cobertura	R\$ 9.943,47	20,12
5.0 Impermeabilização	R\$ 520,66	1,05
6.0 Revestimentos	R\$ 2.953,85	5,98
7.0 Instalações	R\$ 11.081,95	22,42
TOTAL	R\$ 49.421,77	100

Fonte: Autor (2020)

Tabela 5 – Estimativa de custos para construção em painéis de EPS

ETAPA	CUSTO	%
1.0 Infraestrutura	R\$ 3.390,15	9,68
2.0 Superestrutura e paredes	R\$ 5.016,04	14,32
3.0 Esquadrias	R\$ 5.827,08	16,64
4.0 Cobertura	R\$ 9.943,47	28,39
5.0 Impermeabilização	R\$ 324,35	0,93
6.0 Revestimentos	R\$ 1.413,64	4,04
7.0 Instalações	R\$ 9.107,69	26,01
TOTAL	R\$ 35.022,43	100

Fonte: Autor (2020)

Através dos resultados das estimativas de custos realizadas, é possível constatar que o custo da construção com painéis monolíticos de EPS foi 29,13% menor do que os custos para produzir a mesma residência com o sistema convencional em alvenaria de blocos cerâmicos. Entre todas as etapas da construção consideradas, observa-se que os custos de infraestrutura são os que mais colaboram para essa desigualdade de preço, visto que as cargas para a superestrutura de painéis de EPS é consideravelmente menor que as cargas da superestrutura fabricada de elementos de concreto armado e vedações em blocos cerâmicos, acarretando em uma fundação mais simples e pouco solicitada.

No método monolítico, as instalações elétricas e hidráulicas, demandam menos mão de obra e em virtude de um planejamento prévio, geram menos desperdício por serem realizadas antes da aplicação da argamassa. A instalação das esquadrias torna-se um pouco mais eficiente devido a rapidez da sua fixação, em relação ao método convencional. A impermeabilização nos painéis de EPS é realizada apenas no piso das áreas molhadas, diferente da alvenaria convencional que necessita da aplicação de argamassa impermeabilizante tanto no piso como à 30 cm de altura nas paredes. Os revestimentos internos e externos tratam-se de chapisco e reboco, portanto, considerou-se a mesma espessura para ambos os métodos, porém, com a utilização da chapiscadeira pneumática no método monolítico, resultou-se em maior produtividade, menos desperdício e por fim, menor custo de execução.

Evidentemente, a economia de R\$ 14.399,34 para apenas uma habitação, converte-se em um benefício atraente para a execução de um conjunto habitacional popular, ocasionando além de contenção de gastos, maior agilidade construtiva, maior resistência mecânica e um conforto físico superior ao sistema convencional.

É importante ressaltar que o custo com os painéis monolíticos de EPS teve uma considerável redução, devido a proposta de fabricação dos mesmo pela própria construtora, ou seja, efetuando-se a laminação do bloco primário de EPS para obtenção do que se tornaria o núcleo de cada painel, o mesmo princípio se aplica para a utilização da tela eletrossoldada em aço galvanizado. Portanto, seguindo tal procedimento é possível reduzir consideravelmente os custos sem precisar de mão de obra especializada para fabricação.

Para o sistema de paredes em EPS foi realizada uma pesquisa orçamentária incluindo logística nos estados do Pará e Paraíba, como também assistência técnica da empresa maranhense, R Borges Engenharia.

A liberação de verba para a construção de um empreendimento habitacional em painéis monolíticos de EPS acontece de maneira muito mais rápida que o sistema convencional, uma vez que a montagem dos painéis de uma residência é realizada em questão de horas, enquanto a fabricação de pilares, vigas e paredes de blocos cerâmicos podem demorar dias. Dessa forma, um estudo físico-financeiro se torna fundamental, principalmente em construções com alta escala e elevado nível de repetições.

7. A SUSTENTABILIDADE ENTRE ALVENARIA CONVENCIONAL E PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS

A exigência por empreendimentos com baixos custos, como também o aprimoramento e otimização dos sistemas, potencializou a demanda por alternativas de modelos construtivos. A busca por métodos inovadores de construção também se correlaciona a procura por sustentabilidade, condição pertinente na atualidade para o campo da construção civil (CORRÊA, 2009).

Segundo Tessari (2006), a recorrente procura por sistemas de desenvolvimento sustentáveis resulta diretamente na diminuição da exploração de materiais primários, promovendo a escolha por materiais reciclados e renováveis, elevando o foco em tecnologias limpas, reduzindo o excesso de resíduos e promovendo a otimização dos recursos naturais, com o intuito de providenciar condições satisfatórias ao ambiente a ser construído. Com esta finalidade procura-se evidenciar a funcionalidade do EPS frente à alvenaria convencional na elaboração de paredes para edificações na construção civil.

De acordo com Condeixa (2013), o sistema construtivo convencional pode ser classificado como uma metodologia artesanal, essa particularidade naturalmente resulta em erros e imperfeições, que conseqüentemente tornam a estrutura predisposta a situações de patologias, podendo ocasionar em desperdícios de materiais e mão de obra. Um exemplo clássico seria o desperdício nos rasgos dos tijolos, feitos para inserção das instalações.

Além disso, o sistema de vedação em blocos cerâmicos tem produção rudimentar e raramente padronizada na fase que antecede a construção, no qual compreende a fase de extração, beneficiamento e produção dos produtos primários que integram a estrutura final, com elevadas perdas durante a fabricação e no transporte dos materiais (CONDEIXA, 2013).

Quando se trata de manutenção, particularmente na demolição de estruturas, há formação de grande quantidade de resíduos, de materiais fragmentados e de ruídos. Dessa forma, o sistema convencional, se evidencia pelo desperdício de matéria-prima e pela grande produção de resíduos, como a elevada quantidade de madeira proveniente das formas do concreto armado (CONDEIXA, 2013).

A poluição sonora pode ser nitidamente percebida durante as obras, principalmente quando se faz uso de ferramentas turbulentas, como a serra circular, para realização das atividades vinculadas ao sistema convencional. Além disso, o alto consumo energético desse método é evidente, que vai desde maquinários mais robustos para a logística dos materiais, até o uso da edificação em si, no qual uma residência sem características térmicas demandará um consumo maior de energia para o bem-estar dos habitantes (MOBUSS, 2018).

Antes mesmo da conclusão das obras tradicionais, o elevado uso de água para diversos serviços é recorrente, como a limpeza do canteiro, que normalmente possui bastante poeira, sujeira e resíduos, e até para o cuidado com a saúde dos trabalhadores. De acordo com a Termotécnica (2016), o consumo de água nas construções de alvenaria é de, aproximadamente, 500 litros para cada metro quadrado construído, enquanto o sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS, esse consumo pode-se reduzir em até 75%, ou seja, para a casa popular estudada no capítulo anterior, o gasto com água seria de aproximadamente 23.400 litros, já o método monolítico consumiria em torno de 5.850 litros de água, se bem executado.

Segundo Printes (2018), o sistema em EPS é um mecanismo construtivo sustentável e revolucionário, os resíduos são 100% recicláveis, garantindo agilidade, eficiência e economia nas construções. As obras permanecem mais limpas e com reduzida produção de entulhos, especialmente de madeira, uma vez que não se faz uso de caixarias. Portanto, proporcionando altos índices de certificações às residências que fazem uso do sistema monolítico, sendo estas: SKA Ranting (Sistema Britânico), Leed for Homes (Sistema Estadunidense) e Referencial Casa (Sistema Brasileiro).

A questão da sustentabilidade do sistema monolítico em painéis de EPS é um dos fatores de maior importância do método, visto que no assunto de impactos ao meio ambiente ele é o que menos atinge a natureza quando confrontado aos demais sistemas. O Poliestireno Expandido (EPS) é fabricado conforme à Política Nacional de Resíduos Sólidos, portanto, não possui composição tóxica ou perigosa para o meio ambiente e até mesmo para a camada de ozônio, sendo livre de CFCs (clorofluorocarbonetos), o gás incluso nas células do EPS é o próprio ar. Para sua fabricação se demanda pouca energia por referir-se a um plástico e por ser bastante leve, assim como origina mínimos resíduos sólidos ou líquidos (ACEPE, 2009).

Devido as características de isolamento térmico, além do conforto térmico e acústico, a utilização das paredes em EPS produzem edificações que auxiliam para uma menor utilização de aparelhos de ar condicionado ou aquecedores, contribuindo para redução dos recursos energéticos do planeta (PRINTES, 2018).

O Poliestireno Expandido (EPS) não apodrece, não ganha mofo, não é solúvel em água, não liberta substâncias para o ambiente e quando em contato com o solo não o prejudica e não contamina o lençol freático. O EPS não constitui substrato ou alimento para o desenvolvimento de animais ou microrganismos. Em caso de grande acumulação de dejetos sobre uma placa, poderão surgir bolores, porém, não afetarão o EPS (ACEPE, 2009).

De acordo com uma pesquisa realizada pelo Instituto Plastivida em 2012, o Brasil reciclou neste mesmo ano, 34,5% do EPS que consumiu, isto é, reaproveitou 13.570 toneladas das 39.340 toneladas de EPS pós-consumo. O EPS se torna prejudicial quando descartado incorretamente, resultando no acúmulo em rios e oceanos, servindo de alimento inapropriado para peixes e outros animais.

A reciclagem do EPS pode ocorrer de três maneiras principais:

- Energética: Para produção de energia elétrica térmica;
- Mecânica: Para fabricação de novos objetos de plástico;
- Química: Para fabricação de colas e solventes;

A construção civil possui um amplo mercado para o EPS reciclado, com aproximadamente 80% do total, sendo misturado em argamassas, fabricação de concreto leve, lajotas, telhas termoacústicas, rodapés e decks de piscinas. Outras finalidades são notadas na indústria de calçados, móveis, na fabricação de utilidades domésticas, entre outros produtos (PLASTIVIDA, 2012).

8. CONCLUSÃO

Através do estudo realizado, pode-se constatar que o sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS poderia ser facilmente utilizado em larga escala para a construção de habitações populares no Brasil. Devido as suas técnicas e processos industrializados que apresentam vantagens frente as construções em alvenaria convencional.

Por meio dos orçamentos realizados, foi possível verificar que a construção com o sistema monolítico é cerca de 29,13% mais barata do que o sistema em blocos cerâmicos e concreto armado, o mais utilizado no Brasil, visto que uma parcela considerável dessa economia, acontece devido a laminação do EPS e aplicação da tela eletrossoldada serem realizadas pela própria construtora responsável. Verificando os custos das diferentes etapas executivas, construir-se com os painéis monolíticos possibilitou alta contingência de gastos na execução de fundações e instalações em geral, uma vez que se trata de uma estrutura mais leve e com mínimos retrabalhos.

Em razão da contínua necessidade por prazo, rendimento e otimização dos processos que o mercado impõe para a construção civil, deve-se implantar novos e práticos sistemas construtivos. A metodologia que emprega o material EPS responde todas as exigências arquitetônicas, otimização no processo de fabricação, flexibilidade de projeto, conforto térmico e acústico, e principalmente por promover ganhos sustentáveis, através da sua total reciclagem, permitindo que o mesmo material seja aplicado em novos setores.

Todavia, os consumidores em potencial do mercado da construção civil ainda não estão familiarizados com a utilização em larga escala do método em painéis monolíticos de EPS, o fato da alvenaria convencional ser um método enraizado na cultura brasileira que, ao longo dos anos, se ajustou não apenas as condições econômicas, como também sociais do país, dificulta a implantação de sistemas inovadores na indústria da construção.

Contudo, espera-se com a concepção deste breve estudo, direcionar novas alternativas construtivas, visando pairar o crescente déficit habitacional no Brasil.

8.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com a finalidade de obter uma melhor adaptação do sistema construtivo em paredes de EPS ao mercado brasileiro e conciliar mais informações sobre tal metodologia construtiva, são propostas algumas indicações de pesquisa que poderiam ser realizadas:

- Atualização dos ensaios laboratoriais para os painéis monolíticos de EPS;
- Viabilidade de construção de habitações populares verticalizadas;
- Desenvolvimento de novos reforços estruturais para casas ou edifícios que optem pelo método monolítico em EPS;
- Adaptação do sistema em EPS para o modelo de construção Offsite, visando aumentar o poder de repetição e execução de habitações.

REFERÊNCIAS

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Disponível em: < http://www.abntonline.org.br/m5.asp?cod_noticia=934&cod_pagina=962 > Acesso em 22 de junho de 2020.

GONÇALVES, Robson R. **O déficit habitacional brasileiro: Um mapeamento por Unidades da Federação e por Níveis de Renda Domiciliar. Financiamento e Perspectivas**. IPEA, 1998.

SANTOS, C. H. M. **Políticas Federais de Habitação no Brasil 1964-1988**. IPEA, 1999.

BARROS, Raquel Regina M. P. **Habitação coletiva: a inclusão de conceitos humanizadores no processo de projeto**. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura. Campinas/SP, 2008.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais - Desempenho, Parte 1: Requisitos**. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15270-1: Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria, Parte 1: Requisitos**. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8545: Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos**. Rio de Janeiro, 1984.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14037: Diretrizes para elaboração de manuais de uso e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação de conteúdo**. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5674: Manutenção de edificações – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1999.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16280: Reforma em edificações – Sistema de gestão de reformas – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2014.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7973: Poliestireno expandido para isolamento térmica – Determinação de absorção de água**. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8081**: Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmica – Permeabilidade ao vapor de água. Rio de Janeiro, 2015.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 11949**: Poliestireno expandido para isolamento térmica – Determinação da massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e teto – Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2005.

PEREIRA, C. 2018. **Principais tipos de sistemas construtivos utilizados na construção civil**. Disponível em: < <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-sistemas-construtivos/>>. Acesso em: 25 de julho de 2020.

BARRETO, M. N. **casa EPS: Edifício Residencial em Painéis Monolíticos de Poliestireno Expandido**. 2017. 29-39 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo). Natal – RN: UFRN

SIQUEIRA, Thais Elenize de. **Análise de desempenho e custos de sistema de vedação em EPS**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8614/1/PB_COECI_2017_1_16.pdf>. Acesso em: 12 de julho de 2020.

MONOLITE, 2013; **Sistema Construtivo**; Disponível em: <www.monolite.com.br/>. Acesso em 14 de julho de 2020.

KNAUF INDUSTRIES. **EPS**. Disponível em: <<https://www.knaufisopor.com.br/produtos/servicos-em-inovacao/eps>>. Acesso em 14 de julho de 2020

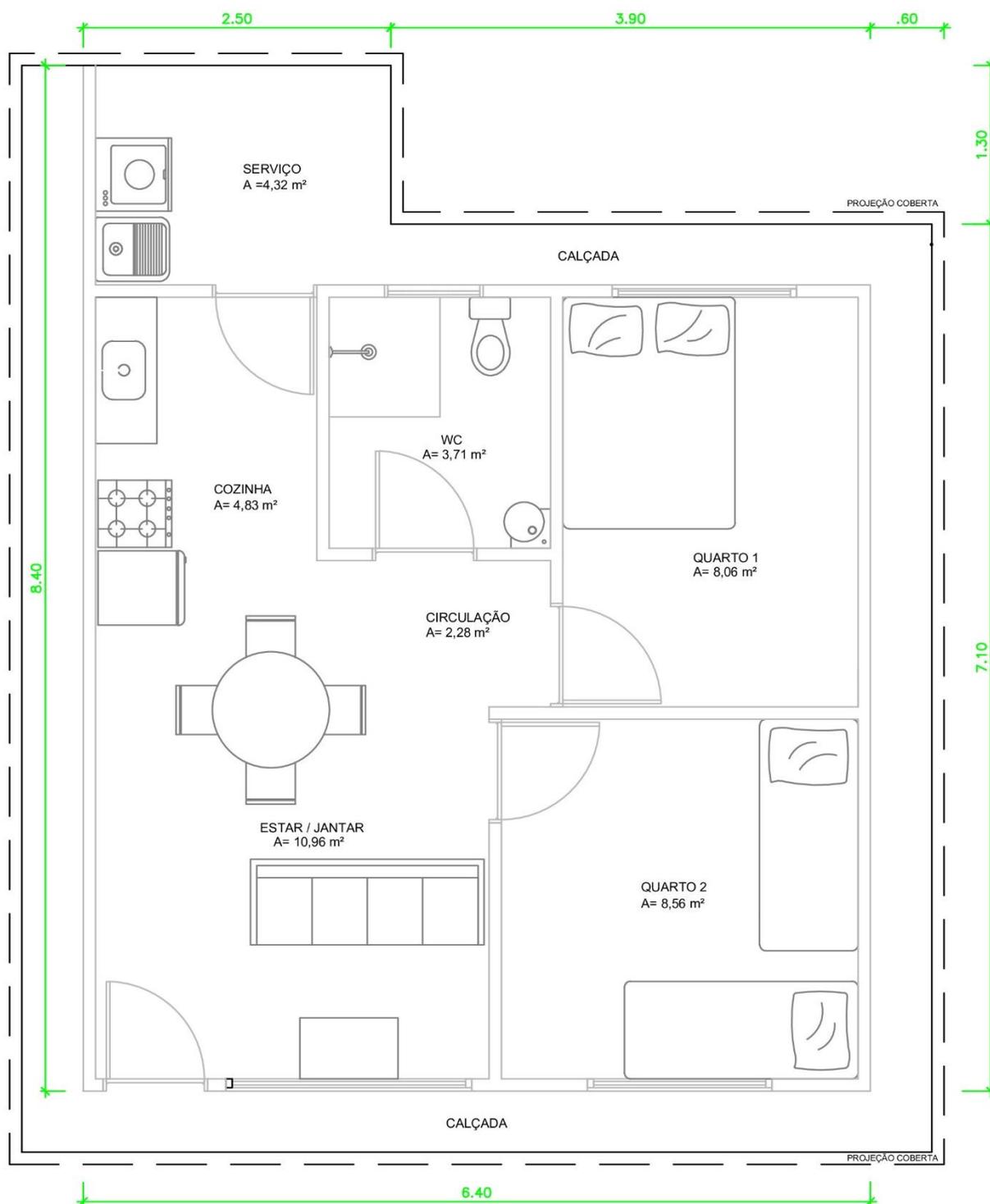
SILVA. F.B, 2009; **Paredes estruturais com painéis de EPS**, Edição 151 - Outubro/2009; Disponível em: <www.techne17.pini.com.br/engenharia-civil/151/artigo287692-2.aspx>. Acesso em 14 de julho 2020.

TERMOTÉCNICA. **Método construtivo inovador e sustentável recebe certificação.** Disponível em: < <http://www.termotecnica.ind.br/metodo-construtivo-inovador-e-sustentavel-recebe-certificacao/>>. Acesso em: 12 de julho de 2020.

ABRAPEX. **Manual de utilização – EPS na construção civil.** São Paulo: Pini, 2016.

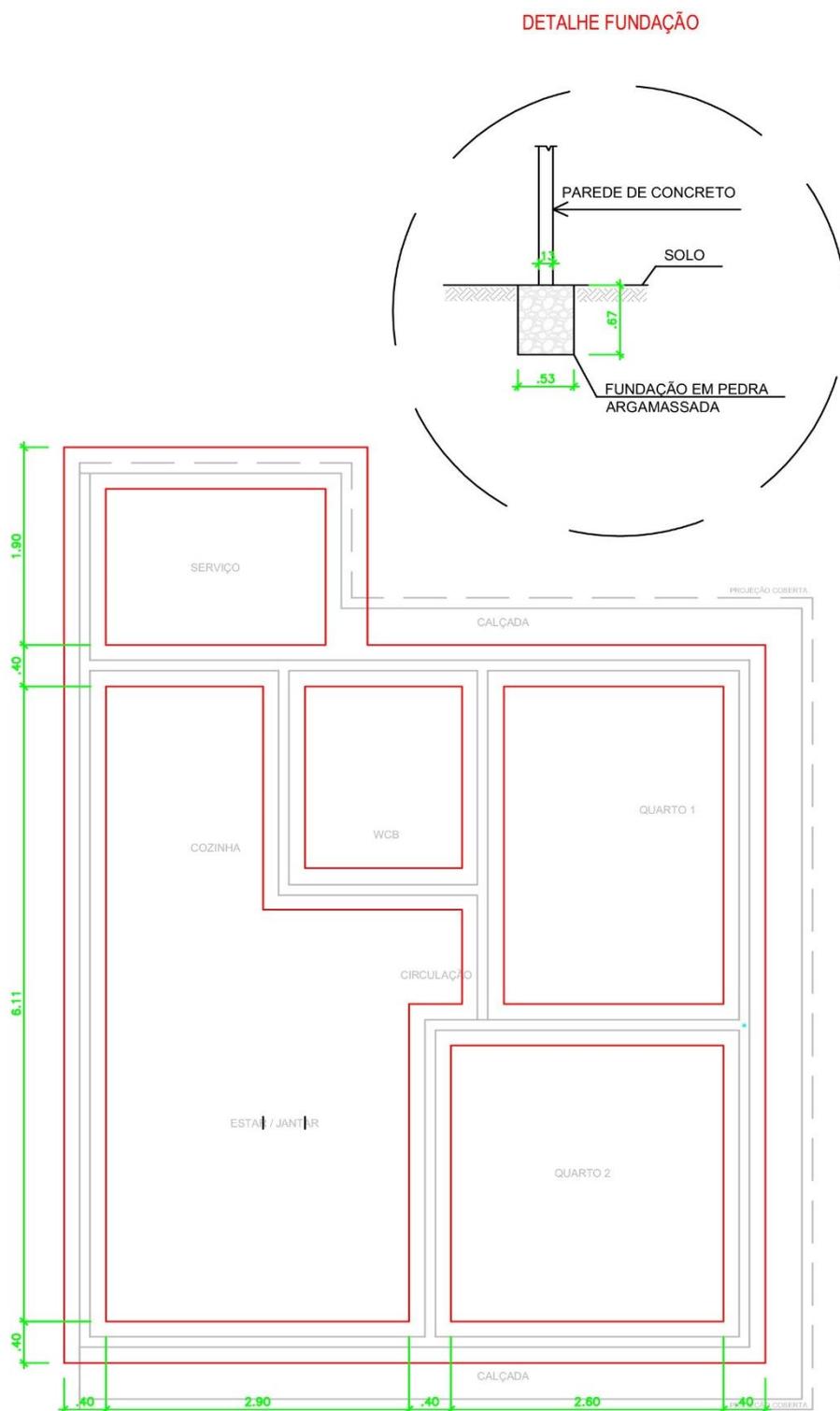
ROCHA, J. C.; TESSARI, J. **Utilização de Poliestireno Expandido e Potencial de Aproveitamento de seus Resíduos na Construção Civil.** 2006. 102 p. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil). Florianópolis, SC: UFSC.

APÊNDICE A: RESIDÊNCIA POPULAR – PROJETO ARQUITETÔNICO

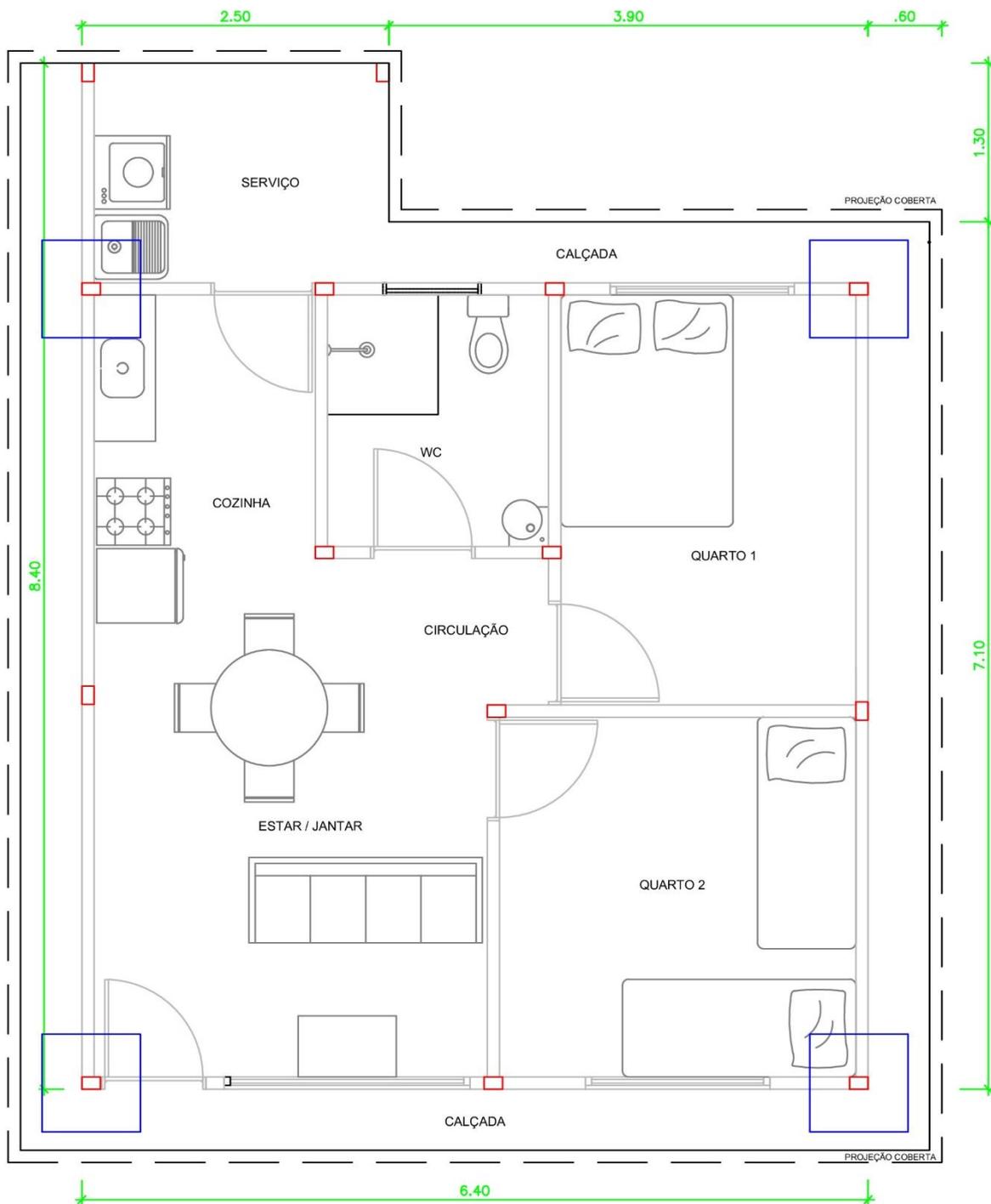


1 **PLANTA ARQUITETÔNICA**
HABITAÇÃO UNIFAMILIAR S/ ESC.

APÊNDICE B: RESIDÊNCIA POPULAR – PROJETO DE FUNDAÇÃO

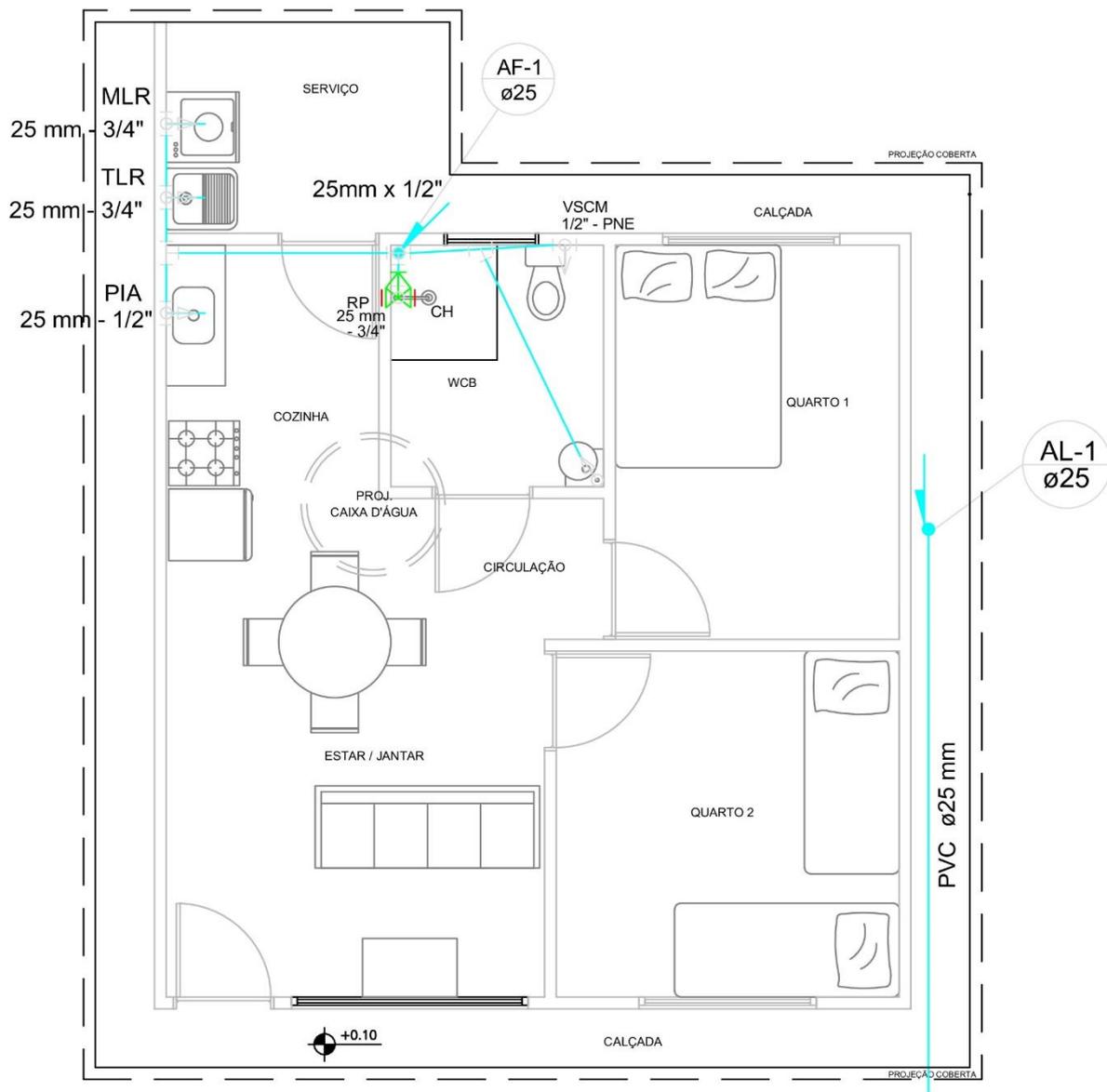


APÊNDICE C: RESIDÊNCIA POPULAR – PROJETO ESTRUTURAL



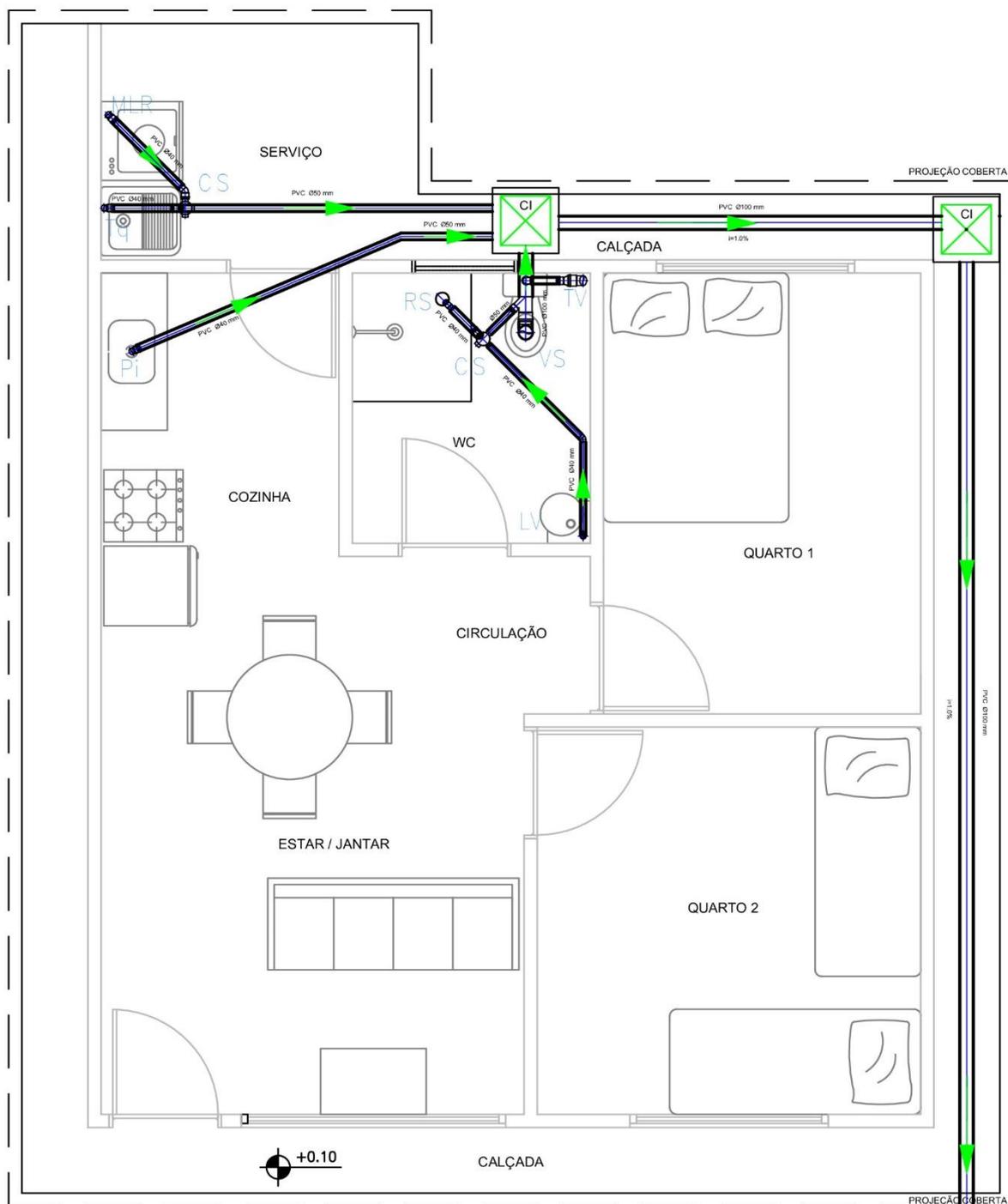
3 PLANTA ESTRUTURAL
HABITAÇÃO UNIFAMILIAR S/ ESC.

APÊNDICE D: RESIDÊNCIA POPULAR – PROJETO HIDRÁULICO



4 **PLANTA HIDRÁULICA**
HABITAÇÃO UNIFAMILIAR S/ ESC.

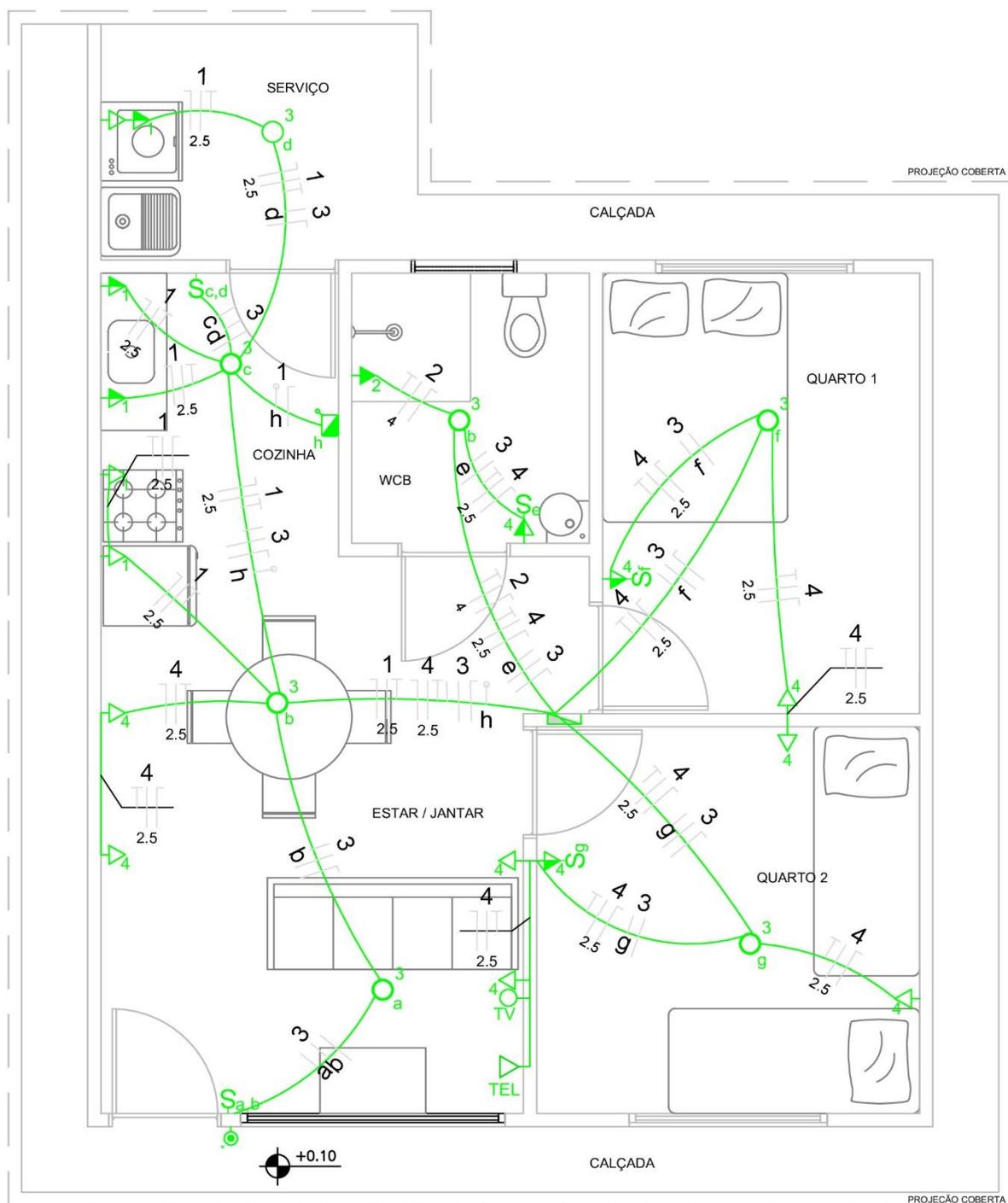
APÊNDICE E: RESIDÊNCIA POPULAR – PROJETO SANITÁRIO

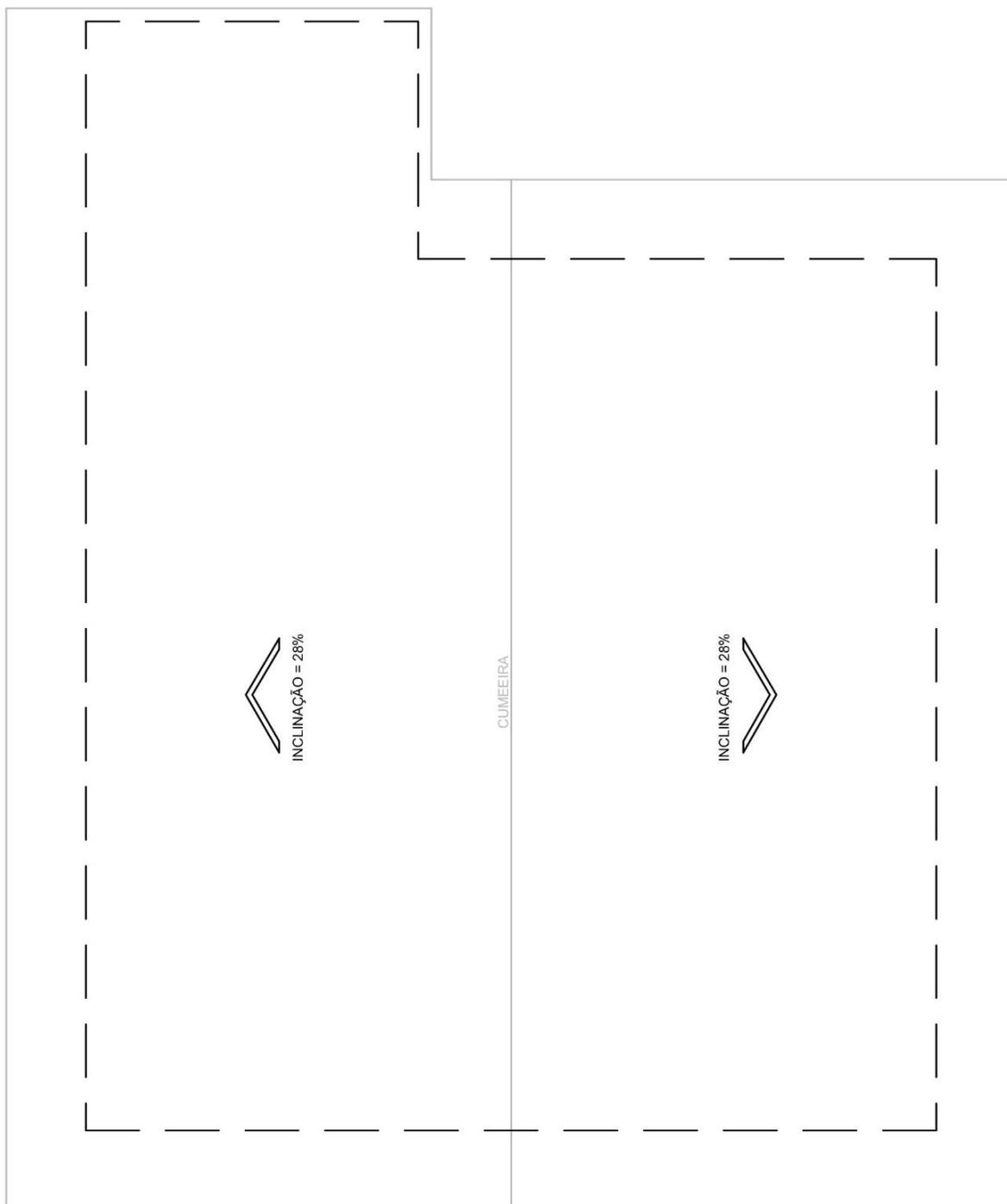


5 PLANTA SANITÁRIA
 HABITAÇÃO UNIFAMILIAR S/ ESC.

700/144
 VLTUDO

APÊNDICE F: RESIDÊNCIA POPULAR – PROJETO ELÉTRICO



APÊNDICE G: RESIDÊNCIA POPULAR – PROJETO DE COBERTA

APÊNDICE H: MEMORIAL DE CÁLCULO PARA RESIDÊNCIA POPULAR EM ALVENARIA CONVENCIONAL

MEMÓRIA DE CÁLCULO - SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL		
1.0 FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES		
1.1 TRABALHO COM TERRA		
1.1.1 Limpeza do terreno		
	$8,00 \times 20,00 =$	160,00 m ²
	Total:	160,00 m²
1.1.2 Locação da obra, execução de gabarito		
	$(1,50+8,40+1,50) \times (1,50+6,40+1,50) =$	107,16 m ²
	Total =	107,16 m²
1.1.3 Escavação manual de vala para fundações		
Pedras argamassadas		
V1	$(2,90) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,58 m ³
V2	$(1,70) \times 0,40 \times 0,50 =$	1,34 m ³
V3	$(2,30) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,46 m ³
V4	$(3,40) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,68 m ³
V5	$(6,70) \times 0,40 \times 0,50 =$	1,34 m ³
V6	$(1,50) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,30 m ³
V7	$(6,10) \times 0,40 \times 0,50 =$	1,22 m ³
V8	$(1,50) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,30 m ³
V9	$(1,75) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,35 m ³
V10	$(1,75) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,35 m ³
V11	$(0,90) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,18 m ³
V12	$(2,65) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,53 m ³
V13	$(3,05) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,61 m ³
V14	$(2,65) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,53 m ³
	Total vigas =	8,77 m³
Pilares		
	$(0,80 \times 0,80 \times 0,80) \times 4 =$	2,05 m ³
	total pilares =	2,05 m³
	Total geral =	10,82 m³
1.1.4 Reaterro com reaproveitamento de material aplicado em camadas de 20cm		
	$(8,40 \times 6,40) \times 0,50 =$	26,88 m ³
	Total:	26,88 m³
1.2 FUNDAÇÃO E OUTROS SERVIÇOS		
1.2.1 Embasamento em alvenaria de pedra argamassada		
Pedras argamassadas		
V1	$(2,90) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,58 m ³
V2	$(1,70) \times 0,40 \times 0,50 =$	1,34 m ³
V3	$(2,30) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,46 m ³
V4	$(3,40) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,68 m ³
V5	$(6,70) \times 0,40 \times 0,50 =$	1,34 m ³
V6	$(1,50) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,30 m ³
V7	$(6,10) \times 0,40 \times 0,50 =$	1,22 m ³
V8	$(1,50) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,30 m ³
V9	$(1,75) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,35 m ³
V10	$(1,75) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,35 m ³
V11	$(0,90) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,18 m ³
V12	$(2,65) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,53 m ³
V13	$(3,05) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,61 m ³
V14	$(2,65) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,53 m ³
	Total vigas =	8,77 m³
Pilares		
	$(0,60 \times 0,80 \times 0,80) \times 4 =$	1,54 m ³
	total pilares =	1,54 m³
	Total geral =	10,31 m³
1.2.2 Alvenaria de embasamento de 1 vez		
V1	$(2,90) \times 0,40 =$	1,16 m ²
V2	$(1,70) \times 0,40 =$	0,68 m ²
V3	$(2,30) \times 0,40 =$	0,92 m ²
V4	$(3,40) \times 0,40 =$	1,36 m ²
V5	$(6,70) \times 0,40 =$	2,68 m ²
V6	$(1,50) \times 0,40 =$	6,00 m ²
V7	$(6,10) \times 0,40 =$	2,44 m ²
V8	$(1,50) \times 0,40 =$	0,60 m ²
V9	$(1,75) \times 0,40 =$	0,70 m ²
V10	$(1,75) \times 0,40 =$	0,70 m ²
V11	$(0,90) \times 0,40 =$	0,36 m ²
V12	$(2,65) \times 0,40 =$	1,06 m ²
V13	$(3,05) \times 0,40 =$	1,22 m ²
V14	$(2,65) \times 0,40 =$	1,06 m ²
	Total alvenaria =	20,94 m²
1.2.3 Concreto armado para fundações Fck= 20 Mpa, incluindo armadura e forma		

<i>Cinta Baldrame (10x10)</i>			
V1	$(2,90) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,03	m ³
V2	$(1,70) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,07	m ³
V3	$(2,30) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,02	m ³
V4	$(3,40) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,03	m ³
V5	$(6,70) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,07	m ³
V6	$(1,50) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,02	m ³
V7	$(6,10) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,06	m ³
V8	$(1,50) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,02	m ³
V9	$(1,75) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,02	m ³
V10	$(1,75) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,02	m ³
V11	$(0,90) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,01	m ³
V12	$(2,65) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,03	m ³
V13	$(3,05) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,03	m ³
V14	$(2,65) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,03	m ³
	Total Baldrame =	0,44	m³
<i>Sapatas</i>			
<i>Sapatas (80x80x80)</i>	$(0,80 \times 0,80 \times 0,20) \times 4 =$	0,51	m ³
	Total sapatas:	0,51	m³
<i>Toco de pilares</i>			
<i>Pilares (0,15x0,20x(0,80+0,50))</i>	$(0,15 \times 0,20 \times (0,80+0,50)) \times 14,00 =$	0,55	m ³
	Total pilares:	0,55	m³
	Total Geral:	1,50	m³
1.2.4 Execução de concreto magro com espessura de 5cm, conforme projeto executivo			
<i>Fundação em pedra argamassada</i>			
V1	$(2,90) \times 0,40 \times 0,05 =$	0,058	m ²
V2	$(1,70) \times 0,40 \times 0,05 =$	0,034	m ²
V3	$(2,30) \times 0,40 \times 0,05 =$	0,046	m ²
V4	$(3,40) \times 0,40 \times 0,05 =$	0,068	m ²
V5	$(6,70) \times 0,40 \times 0,05 =$	0,134	m ²
V6	$(1,50) \times 0,40 \times 0,05 =$	0,03	m ²
V7	$(6,10) \times 0,40 \times 0,05 =$	0,122	m ²
V8	$(1,50) \times 0,40 \times 0,05 =$	0,03	m ²
V9	$(1,75) \times 0,40 \times 0,05 =$	0,035	m ²
V10	$(1,75) \times 0,40 \times 0,05 =$	0,035	m ²
V11	$(0,90) \times 0,40 \times 0,05 =$	0,018	m ²
V12	$(2,65) \times 0,40 \times 0,05 =$	0,053	m ²
V13	$(3,05) \times 0,40 \times 0,05 =$	0,061	m ²
V14	$(2,65) \times 0,40 \times 0,05 =$	0,053	m ²
	Total Baldrames =	0,78	m³
<i>Sapatas dos pilares</i>			
	$(0,80 \times 0,80) \times 4 \times 0,05 =$	0,13	m ³
	$(0,20 \times 0,20) \times 10 \times 0,05 =$	0,02	
	total sapatas =	0,15	m²
	Total =	0,93	m³
2.0 SUPER ESTRUTURA			
2.1 Execução de estruturas de concreto armado, para edificação habitacional unifamiliar, fck = 20Mpa.			
14 Pilares (15x20) h= 3,00		$(0,15 \times 0,20 \times 3,00) \times 14,00 =$	1,26 m ³
<i>Cinta</i>			
V1	$(2,90) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,03	m ³
V2	$(1,70) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,07	m ³
V3	$(2,30) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,02	m ³
V4	$(3,40) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,03	m ³
V5	$(6,70) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,07	m ³
V6	$(1,50) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,02	m ³
V7	$(6,10) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,06	m ³
V8	$(1,50) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,02	m ³
V9	$(1,75) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,02	m ³
V10	$(1,75) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,02	m ³
V11	$(0,90) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,01	m ³
V12	$(2,65) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,03	m ³
V13	$(3,05) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,03	m ³
V14	$(2,65) \times 0,10 \times 0,10 =$	0,03	m ³
	Total cintas	0,44	
	Total:	1,70	m³
2.2 Verga moldada in loco com utilização de blocos canaleta para PORTAS com até 1,50m de vão.			
Porta (0,80x2,10)			
Sala	$0,20 + 0,80 + 0,20 =$	1,20	m
Quarto 2	$0,20 + 0,80 + 0,20 =$	1,20	m
Quarto 1	$0,20 + 0,80 + 0,20 =$	1,20	m
WC	$0,20 + 0,80 + 0,20 =$	1,20	m

Cozinha	$0,20 + 0,80 + 0,20 =$	1,20 m
Total:		6,00 m
2.3 Verga moldada in loco com utilização de blocos canaleta para JANELAS com até 1,50m de vão.		
Janelas (2,00 x 1,00)		
Sala	$0,20 + 2,00 + 0,20 =$	2,40 m
Janelas (1,50 x 1,00)		
Quarto 2	$0,20 + 1,50 + 0,20 =$	1,90 m
Quarto 1	$0,20 + 1,50 + 0,20 =$	1,90 m
Janelas (0,80 x 0,40)		
WC	$0,20 + 0,80 + 0,20 =$	1,20 m
Total:		7,40 m
2.4 Contraverga moldada in loco com utilização de blocos canaleta para vãos de até 1,50m de comprimento. AF_03/2016		
Janelas (2,00 x 1,10)		
Sala	$0,20 + 2,00 + 0,20 =$	2,40 m
Janelas (1,50 x 1,10)		
Quarto 2	$0,20 + 1,50 + 0,20 =$	1,90 m
Quarto 1	$0,20 + 1,50 + 0,20 =$	1,90 m
WC	$0,20 + 0,80 + 0,20 =$	1,20 m
Total:		7,40 m
3.0 PAREDES E PAINÉIS		
3.1 ALVENARIAS		
3.1.1 Alvenaria de tijolos cerâmicos furados 9x18x18 cm de 1/2 vez, assentados com argamassa de cimento, cal e areia, traço 1:2:8, juntas 12mm.		
V1	$(2,90) \times 3,00 =$	8,70 m ²
V2	$(1,70) \times 3,00 =$	5,10 m ²
V3	$(2,30) \times 3,00 =$	6,90 m ²
V4	$(3,40) \times 3,00 =$	10,20 m ²
V5	$(6,70) \times 3,00 =$	20,10 m ²
V6	$(1,50) \times 3,00 =$	4,50 m ²
V7	$(6,10) \times 3,00 =$	18,30 m ²
V8	$(1,50) \times 3,00 =$	4,50 m ²
V9	$(1,75) \times 3,00 =$	5,25 m ²
V10	$(1,75) \times 3,00 =$	5,25 m ²
V11	$(0,90) \times 3,00 =$	2,70 m ²
V12	$(2,65) \times 3,00 =$	7,95 m ²
V13	$(3,05) \times 3,00 =$	9,15 m ²
V14	$(2,65) \times 3,00 =$	1,06 m ²
Empena norte	$(0,90 \times 3,20) =$	5,76 m ²
Empena sul	$(0,90 \times 3,20) =$	5,76 m ²
Total =		121,18 m²
Desconto de Esquadrias		
Janelas		
Sala	$1,00 \times 2,00 \times 1,00 =$	8,40 m ²
Quarto 2	$1,00 \times 1,50 \times 1,00 =$	11,20 m ²
Quarto 1	$1,00 \times 1,50 \times 1,00 =$	1,20 m ²
Wc	$0,40 \times 0,80 \times 1,00 =$	2,40 m ²
Portas		
Sala	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
Quarto 2	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
Quarto 1	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
Wc	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
Cozinha	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
Total descontos		31,80 m²
3.2 ESQUADRIAS DE MADEIRA		
3.2.1 Kit de porta de madeira (porta, fechadura, alizar, dobradiças e forras) - 0,80X2,10		
Sala		1,00 und
Quarto 2		1,00 und
Quarto 1		1,00 und
Wc		1,00 und
Cozinha		1,00 und
Total:		5,00 und
3.3 ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO		
3.3.1 Janela em alumínio de correr ou maximoar		
Janelas		
Sala J1(1,00x1,40)	$1,00 \times 2,00 \times 1,00 =$	2,00 m ²
Quarto 2 J2(1,50x1,40)	$1,00 \times 1,50 \times 1,00 =$	1,50 m ²
Quarto 1 J3(0,60x0,50)	$1,00 \times 1,50 \times 1,00 =$	1,50 m ²
Wc J4(0,60x1,00)	$0,40 \times 0,80 \times 1,00 =$	0,32 m ²
Total:		5,32 m²
4.0 COBERTURA E PROTEÇÃO		
4.1 Estrutura de ferro galvanizado 40x30, para coberta de telha sanduíche modelo colonial.		
Ferro galvanizado 40x30 #18	$(7,20 + 8,70 + 7,20 + 7,40 + 2,80 + 1,30 + (10 \times 3,60) + (3 \times 7,40) + (2 \times 1,30)) =$	95,40 m
Total:		95,40 m²
4.2 Coberta em telha sanduíche modelo colonial, com até duas águas		

	Qtd telhas termoacusticas	$((7,20 \times 8,70) + (1,30 \times 2,80)) / (1,75 \times 1,00) \times 1,10 =$	42,00 unid
		Total:	42,00 unid
4.3	Cumeira para telha termoacustica		
	Coberta	$(7,40) =$	7,4 m
		Total:	7,40 m
5.0 IMPERMEABILIZAÇÃO			
5.1 Impermeabilização de superfície com pintura impermeabilizante de base bicomponente			
	Wc	$1,80 \times 2,06 + ((1,80 + 2,06 + 1,80 + 2,06) \times 0,30) =$	6,02 m ²
	Cozinha	$1,80 \times 2,16 + ((1,80 + 2,16 + 1,80 + 2,16) \times 0,30) =$	6,26 m ²
	Serviço	$1,80 \times 2,40 + ((1,80 + 2,40 + 1,80 + 2,40) \times 0,30) =$	6,84 m ²
		Total =	19,13 m²
6.0 REVESTIMENTOS			
6.1 REVESTIMENTO INTERNO			
6.1.1 Chapisco traço 1:3			
	Sala	$(3,20 + 4,36 + 3,05) \times 3,00 =$	31,83 m ²
	Quarto 02	$(2,90 + 2,95 + 2,90 + 2,95) \times 3,00 =$	35,1 m ²
	Quarto 01	$(2,40 + 3,36 + 2,40 + 3,36) \times 3,00 =$	34,56 m ²
	Wc	$(2,06 + 1,80 + 2,06 + 1,80) \times 3,00 =$	23,16 m ²
	Circulação	$(1,90 + 1,20) \times 3,00 =$	9,3 m ²
	Cozinha	$(2,05 + 1,80 + 2,16) \times 3,00 =$	18,03 m ²
	Serviço	$(1,80 + 2,40) \times 3,00 =$	12,6 m ²
		Total =	164,58 m²
Desconto de Esquadrias			
Janelas			
	Sala	$1,00 \times 2,00 \times 1,00 =$	8,40 m ²
	Quarto 02	$1,00 \times 1,50 \times 1,00 =$	11,20 m ²
	Quarto 01	$1,00 \times 1,50 \times 1,00 =$	1,20 m ²
	Wc	$0,40 \times 0,80 \times 1,00 =$	2,40 m ²
Portas			
	Sala	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Quarto 02	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Quarto 01	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Wc	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Cozinha	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
		Total	31,80 m²
6.1.2 Massa única traço 1:2:8 (cimento:cal:areia)			
	Sala	$(3,20 + 4,36 + 3,05) \times 3,00 =$	31,83 m ²
	Quarto 02	$(2,90 + 2,95 + 2,90 + 2,95) \times 3,00 =$	35,1 m ²
	Quarto 01	$(2,40 + 3,36 + 2,40 + 3,36) \times 3,00 =$	34,56 m ²
	Wc	$(2,06 + 1,80 + 2,06 + 1,80) \times 3,00 =$	23,16 m ²
	Circulação	$(1,90 + 1,20) \times 3,00 =$	9,3 m ²
	Cozinha	$(2,05 + 1,80 + 2,16) \times 3,00 =$	18,03 m ²
	Serviço	$(1,80 + 2,40) \times 3,00 =$	12,6 m ²
		Total =	164,58 m²
Desconto de Esquadrias			
Janelas			
	Sala	$1,00 \times 2,00 \times 1,00 =$	8,40 m ²
	Quarto 02	$1,00 \times 1,50 \times 1,00 =$	11,20 m ²
	Quarto 01	$1,00 \times 1,50 \times 1,00 =$	1,20 m ²
	Wc	$0,40 \times 0,80 \times 1,00 =$	2,40 m ²
Portas			
	Sala	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Quarto 02	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Quarto 01	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Wc	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Cozinha	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
		Total	31,80 m²
6.1.3 Chapisco traço 1:3			
Fachadas			
	Fachada 01	$(6,40 \times 3,0) =$	19,2 m ²
	Fachada 02	$(8,40 \times 3,0) =$	25,2 m ²
	Fachada 03	$(2,50 \times 3,0) =$	7,5 m ²
	Fachada 04	$(1,30 \times 3,0) =$	3,9 m ²
	Fachada 05	$(4,40 \times 3,0) =$	13,2 m ²
	Fachada 06	$(7,60 \times 3,0) =$	22,8 m ²
	Empena norte	$(3,20 \times 0,90) =$	2,88 m ²
	Empena sul	$(3,20 \times 0,90) =$	2,88 m ²
		Total:	97,56 m²
Desconto de Esquadrias			
Janelas			
	Sala	$1,00 \times 2,00 \times 1,00 =$	8,40 m ²
	Quarto 02	$1,00 \times 1,50 \times 1,00 =$	11,20 m ²
	Quarto 01	$1,00 \times 1,50 \times 1,00 =$	1,20 m ²

	Wc	$0,40 \times 0,80 \times 1,00 =$	2,40 m ²
	Portas		
	Sala	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Quarto 02	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Quarto 01	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Wc	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Cozinha	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Total		31,80 m²
6.1.4	Massa única traço 1:2:8 (cimento:cal:areia)		
	Fachadas		
	Fachada 01	$(6,40 \times 3,0) =$	19,2 m ²
	Fachada 02	$(8,40 \times 3,0) =$	25,2 m ²
	Fachada 03	$(2,50 \times 3,0) =$	7,5 m ²
	Fachada 04	$(1,30 \times 3,0) =$	3,9 m ²
	Fachada 05	$(4,40 \times 3,0) =$	13,2 m ²
	Fachada 06	$(7,60 \times 3,0) =$	22,8 m ²
	Empena norte	$(3,20 \times 0,90) =$	2,88 m ²
	Empena sul	$(3,20 \times 0,90) =$	2,88 m ²
	Total:		97,56 m²
	Desconto de Esquadrias		
	Janelas		
	Sala	$1,00 \times 2,00 \times 1,00 =$	8,40 m ²
	Quarto 02	$1,00 \times 1,50 \times 1,00 =$	11,20 m ²
	Quarto 01	$1,00 \times 1,50 \times 1,00 =$	1,20 m ²
	Wc	$0,40 \times 0,80 \times 1,00 =$	2,40 m ²
	Portas		
	Sala	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Quarto 02	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Quarto 01	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Wc	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Cozinha	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Total		31,80 m²
7.0	INSTALAÇÕES		
7.1	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS		
7.1.1	Ponto de luz embutido no teto ou parede com eletroduto corrugado embutido, fiação, caixa elétrica, espelho, bocal e lâmpada		
	Quarto 01		1,00 und
	Quarto 02		1,00 und
	Wc		1,00 und
	Sala		1,00 und
	Cozinha		1,00 und
	Serviço		1,00 und
	Total:		6,00 und
7.1.2	Ponto de tomada monofásica embutida 2P+T 10A com eletroduto corrugado, fiação, caixa elétrica e espelho		
	Quarto 01		3,00 und
	Quarto 02		3,00 und
	Wc		1,00 und
	Sala		3,00 und
	Cozinha		6,00 und
	Serviço		1,00 und
	Total:		17,00 und
7.1.3	Ponto tomada p/ chuveiro elétrico embutida 2P+T 20A com eletroduto corrugado, fiação 4,0 mm ² caixa elétrica e espelho		
	Wc		1,00 und
	Total:		1,00 und
7.1.4	Ponto seco, com caixa de passagem, com eletroduto corrugado 25mm, arame galvanizado para pesca, e caixa elétrica 4x2 (TV)		
	Sala		1,00 und
	Total:		1,00 und
7.1.5	Ponto de Campanhia, com eletroduto corrugado 25mm, fiação, caixas elétricas 4x2, pulsador e campainha		
	Cozinha		1,00 und
	Total:		1,00 und
7.1.6	Quadro de distribuição em PVC monofásico para 12 circuitos com barramento de fase e neutro, disjuntores monofásicos, disjuntor DR e distribuição da carga através de pentes elétricos, conforme projeto elétrico		
	Sala		1,00 und
	Total:		1,00 und
7.1.7	Ligação domiciliar padrão energisa, incluso poste.		
	Poste externo		1,00 und
	Total:		1,00 und
7.2	INSTALAÇÕES TELEFÔNICAS		
7.2.1	Ponto seco para telefone, com caixa de passagem, com eletroduto corrugado 25mm, arame galvanizado para pesca, e caixa elétrica 4x2		
	Sala		1,00 und
	Total:		1,00 und
7.2.2	Ponto de interfone, com eletroduto corrugado, fiação, aparelho.		

Sala			1,00 und
		Total:	1,00 und
7.3 ÁGUA FRIA			
7.3.1 BARRILETE			
7.3.1.1 Tubo PVC soldável 32mm			
Saída caixas d'água	0,50 + 0,50 + 3,00 =		4,00 m
Encaminhamento às prumadas	4,00 + 8,00 =		12,00 m
Extravasores e limpeza			9,00 m
		Total:	25,00 m
7.3.1.2 Tubo PVC soldável 25 mm			
Prumadas	4,00 x 3,00 =		12,00 m
		Total:	12,00 m
7.3.1.3 Tê Soldável 32mm			
Saída caixas d'água			1,00 und
Encaminhamento às prumadas			3,00 und
Extravasores e limpeza			2,00 und
		Total:	6,00 und
7.3.1.4 Adaptador com flange e anel de vedação PVC soldável 32mm x 1"			
Saída caixa d'água alimentação			1,00 und
Saída caixa d'água extravasor			1,00 und
Limpeza			1,00 und
		Total:	3,00 und
7.3.1.5 Joelho 90° soldável 32mm			
Saída caixa d'água			2,00 und
Encaminhamento às prumadas			2,00 und
Limpeza			3,00 und
		Total:	7,00 und
7.3.1.6 Joelho 90° soldável 25 mm			
Prumadas			4,00 und
		Total:	4,00 und
7.3.1.7 Adaptador para registro de gaveta 32mmx1"			
Saída caixa d'água			2,00 und
Limpeza			2,00 und
		Total:	4,00 und
7.3.1.8 Registro de gaveta 1" (32mm)			
Saída caixa d'água			1,00 und
Limpeza			1,00 und
		Total:	2,00 und
7.3.2 RECALQUE E RESERVATÓRIOS			
7.3.2.1 Ligação domiciliar de Água			1,00 und
		Total:	1,00 und
7.3.2.2 Kit Cavalete PVC com Registro 3/4"			1,00 und
		Total:	1,00 und
7.3.2.3 Hidrometro, padrão CAGEPA - Micromedição			1,00 und
		Total:	1,00 und
7.3.2.4 Tubo PVC soldável 25 mm			
Sucção			24,00 m
		Total:	24,00 m
7.3.2.5 Registro de gaveta 3/4"			
Entrada			1,00 und
		Total:	1,00 und
7.3.2.6 Boia de nível 3/4"			
Caixa d'água			1,00 und
		Total:	1,00 und
7.3.2.7 Caixa d'água em polietileno, 1000 litros, com acessórios			1,00 und
		Total:	1,00 und
7.3.3 REDE DE DISTRIBUIÇÃO			
7.3.3.1 Ponto de água com rede			
WC			
Lavatório			1,00 und
Vaso			1,00 und
Duchinha			1,00 und
Chuveiro			1,00 und
Fechamento			1,00 und
Cozinha e serviço			
Pia			1,00 und
Máquina de lavar roupa			1,00 und
Tanque			1,00 und
Filtro			1,00 und

	Fechamento	1,00 und
	Total:	10,00 und
7.4 ESGOTO E ÁGUA PLUVIAIS		
7.4.1 Ponto de esgoto primário 100mm com rede		
	WC	
	Vaso	1,00 und
	Total:	1,00 und
7.4.2 Ponto de esgoto secundário 50mm com rede		
	WC	
	Chuveiro	1,00 und
	Cozinha	
	Pia	1,00 und
	Máquina de lavar roupa	1,00 und
	Tanque	1,00 und
	Total:	4,00 und
7.4.3 Ponto de esgoto secundário 40mm com rede		
	WC	
	Lavatório	1,00 und
	Ralo sifonado	1,00 und
	Cozinha	
	Ralo sifonado	1,00 und
	Total:	3,00 und
7.4.4 Caixa de gordura - com tampa		
	Cozinha	1,00 und
	Total:	1,00 und
7.4.5 Caixa de inspeção em alvenaria ou pré moldada		
	Recolhimento	2,00 und
	Fossa	1,00 und
	Sumidouro	1,00 und
	Total:	4,00 und
7.4.6 Fossa em tijolos maciços, alvenaria de 1 vez, laje me concreto com dimensões 1,90x1,10x1,40		
	Fossa	1,00 und
	Total:	1,00 und
7.4.7 Sumidouro em alvenaria de tijolo cerâmico maciço e laje em concreto com diâmetro 1,20 m e profundidade de 5,00 m		
	Sumidouro	1,00 und
	Total:	1,00 und

APÊNDICE I: MEMORIAL DE CÁLCULO PARA RESIDÊNCIA POPULAR EM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS

MEMÓRIA DE CÁLCULO - SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS			
1.0 FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES			
1.1 TRABALHO COM TERRA			
1.1.1	Limpeza do terreno	$8,00 \times 20,00 =$	160,00 m ²
		Total:	160,00 m²
1.1.2	Locação da obra, execução de gabarito	$(1,50+8,40+1,50) \times (1,50+6,40+1,50) =$	107,16 m ²
		Total =	107,16 m²
1.1.3	Escavação manual de vala para fundações		
	Pedras argamassadas		
	V1	$(2,90) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,58 m ³
	V2	$(1,70) \times 0,40 \times 0,50 =$	1,34 m ³
	V3	$(2,30) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,46 m ³
	V4	$(3,40) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,68 m ³
	V5	$(6,70) \times 0,40 \times 0,50 =$	1,34 m ³
	V6	$(1,50) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,30 m ³
	V7	$(6,10) \times 0,40 \times 0,50 =$	1,22 m ³
	V8	$(1,50) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,30 m ³
	V9	$(1,75) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,35 m ³
	V10	$(1,75) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,35 m ³
	V11	$(0,90) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,18 m ³
	V12	$(2,65) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,53 m ³
	V13	$(3,05) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,61 m ³
	V14	$(2,65) \times 0,40 \times 0,50 =$	0,53 m ³
		Total vigas =	8,77 m³
	Pilares	$(0,80 \times 0,80 \times 0,80) \times 4 =$	2,05 m ³
		total pilares =	2,05 m³
		Total geral =	10,82 m³
1.1.4	Reaterro com reaproveitamento de material aplicado em camadas de 20cm	$(8,40 \times 6,40) \times 0,50 =$	26,88 m ³
		Total:	26,88 m³
1.2 FUNDAÇÃO E OUTROS SERVIÇOS			
1.2.1	Concretagem de radier solo solo, FCK 30 Mpa, espessura 15 cm (lançamento, adensamento e acabamento)		
	Radier 15 cm espessura	$((6,40 \times 6,60) + (1,80 \times 2,50)) \times 0,15 =$	7,01 m ³
		Total Geral:	7,01 m³
2.0 SUPER ESTRUTURA			
2.1	Bloco de EPS tipo 2F (4,00 x 1,20 x 1,00 m)		
	Paredes	$(8,40 + 6,40 + 6,60 + 6,30 + 2,95 + 3,00 + 3,36 + 2,06 + 2,00) \times 3,00 + (1,50 + 0,95) =$	133,01 m ²
	Empenas	$2 \times 3,2 =$	6,40 m ²
		Total:	139,41 m²
2.2	Tela eletrosoldada malha 10x10 Ø4,2mm (2,45 x 6,00 m)		
	Paredes	$(8,40 + 6,40 + 6,60 + 6,30 + 2,95 + 3,00 + 3,36 + 2,06 + 2,00) \times 3,00 + (1,50 + 0,95) =$	133,01 m ²
	Empenas	$2 \times 3,2 =$	6,40 m ²
	Reforços (Portas)	$(2,10 + 0,80 + 2,10) \times 0,18 \times 5 =$	4,50 m ²
	Reforços (Janelas)	$(2,00 + 1,00 + 2,00 + 1,00) \times 0,18 \times 1 =$	1,08 m ²
		$(1,50 + 1,00 + 1,50 + 1,00) \times 0,18 \times 2 =$	1,80 m ²
		$(0,80 + 0,40 + 0,80 + 0,40) \times 0,18 \times 1 =$	0,43 m ²
	Reforços (Cantos)	$(25 \times 0,20) =$	5,00 m ²
	Reforços (Encontro de painéis)	$(39 \times 0,20 \times 3,00) + (39 \times 0,20 \times 1,00) =$	31,2 m ²
		Total:	183,42 m²
3.0 PAREDES E PAINÉIS			
3.1 ESQUADRIAS DE MADEIRA			
3.1.1	Kit de porta de madeira (porta, fechadura, alizar, dobradiças e forras) - 0,80X2,10		
	Sala		1,00 und
	Quarto 2		1,00 und
	Quarto 1		1,00 und
	Wc		1,00 und
	Cozinha		1,00 und
		Total:	5,00 und
3.2 ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO			
3.2.1	Janela em alumínio de correr ou maximoar		
	Janelas		
	Sala J1(1,00x1,40)	$1,00 \times 2,00 \times 1,00 =$	2,00 m ²
	Quarto 2 J2(1,50x1,40)	$1,00 \times 1,50 \times 1,00 =$	1,50 m ²
	Quarto 1 J3(0,60x0,50)	$1,00 \times 1,50 \times 1,00 =$	1,50 m ²
	Wc J4(0,60x1,00)	$0,40 \times 0,80 \times 1,00 =$	0,32 m ²
		Total:	5,32 m²
4.0 COBERTURA E PROTEÇÃO			
4.1	Estrutura de ferro galvanizado 40x30, para cobertura de telha sanduiche modelo colonial.		

	Ferro galvanizado 40x30 #18	$(7,20 + 8,70 + 7,20 + 7,40 + 2,80 + 1,30 + (10 \times 3,60) + (3 \times 7,40) + (2 \times 1,30)) =$	95,40 m
		Total:	95,40 m²
4.2	Coberta em telha sanduíche modelo colonial, com até duas águas		
	Qtd telhas termoacusticas	$((7,20 \times 8,70) + (1,30 \times 2,80)) / (1,75 \times 1,00) \times 1,10 =$	42,00 unid
		Total:	42,00 unid
4.3	Cumeeira para telha termoacustica		
	Coberta	$(7,40) =$	7,4 m
		Total:	7,40 m
5.0 IMPERMEABILIZAÇÃO			
5.1	Impermeabilização de superfície com pintura impermeabilizante de base bicomponente		
	Wc	$1,80 \times 2,06 =$	3,71 m ²
	Cozinha	$1,80 \times 2,16 =$	3,89 m ²
	Serviço	$1,80 \times 2,40 =$	4,32 m ²
		Total térreo =	11,92 m²
		Total:	11,92 m²
6.0 REVESTIMENTOS			
6.1 REVESTIMENTO INTERNO			
6.1.1	Chapisco traço 1:3		
	Sala	$(3,20 + 4,36 + 3,05) \times 3,00 =$	31,83 m ²
	Quarto 02	$(2,90 + 2,95 + 2,90 + 2,95) \times 3,00 =$	35,1 m ²
	Quarto 01	$(2,40 + 3,36 + 2,40 + 3,36) \times 3,00 =$	34,56 m ²
	Wc	$(2,06 + 1,80 + 2,06 + 1,80) \times 3,00 =$	23,16 m ²
	Circulação	$(1,90 + 1,20) \times 3,00 =$	9,3 m ²
	Cozinha	$(2,05 + 1,80 + 2,16) \times 3,00 =$	18,03 m ²
	Serviço	$(1,80 + 2,40) \times 3,00 =$	12,6 m ²
		Total térreo =	164,58 m²
	Desconto de Esquadrias		
	Janelas		
	Sala	$1,00 \times 2,00 \times 1,00 =$	8,40 m ²
	Quarto 02	$1,00 \times 1,50 \times 1,00 =$	11,20 m ²
	Quarto 01	$1,00 \times 1,50 \times 1,00 =$	1,20 m ²
	Wc	$0,40 \times 0,80 \times 1,00 =$	2,40 m ²
	Portas		
	Sala	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Quarto 02	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Quarto 01	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Wc	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Cozinha	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
		Total	31,80 m²
6.1.2	Massa única traço 1:2:8 (cimento:cal:areia)		
	Pavimento térreo		
	Sala	$(3,20 + 4,36 + 3,05) \times 3,00 =$	31,83 m ²
	Quarto 02	$(2,90 + 2,95 + 2,90 + 2,95) \times 3,00 =$	35,1 m ²
	Quarto 01	$(2,40 + 3,36 + 2,40 + 3,36) \times 3,00 =$	34,56 m ²
	Wc	$(2,06 + 1,80 + 2,06 + 1,80) \times 3,00 =$	23,16 m ²
	Circulação	$(1,90 + 1,20) \times 3,00 =$	9,3 m ²
	Cozinha	$(2,05 + 1,80 + 2,16) \times 3,00 =$	18,03 m ²
	Serviço	$(1,80 + 2,40) \times 3,00 =$	12,6 m ²
		Total térreo =	164,58 m²
	Desconto de Esquadrias		
	Janelas		
	Sala	$1,00 \times 2,00 \times 1,00 =$	8,40 m ²
	Quarto 02	$1,00 \times 1,50 \times 1,00 =$	11,20 m ²
	Quarto 01	$1,00 \times 1,50 \times 1,00 =$	1,20 m ²
	Wc	$0,40 \times 0,80 \times 1,00 =$	2,40 m ²
	Portas		
	Sala	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Quarto 02	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Quarto 01	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Wc	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
	Cozinha	$0,80 \times 2,15 \times 1,00 =$	1,72 m ²
		Total	31,80 m²
6.3 REVESTIMENTO EXTERNO			
6.3.1	Chapisco traço 1:3		
	Fachadas		
	Fachada 01	$(6,40 \times 3,0) =$	19,2 m ²
	Fachada 02	$(8,40 \times 3,0) =$	25,2 m ²
	Fachada 03	$(2,50 \times 3,0) =$	7,5 m ²
	Fachada 04	$(1,30 \times 3,0) =$	3,9 m ²
	Fachada 05	$(4,40 \times 3,0) =$	13,2 m ²
	Fachada 06	$(7,60 \times 3,0) =$	22,8 m ²
	Empena norte	$(3,20 \times 0,90) =$	2,88 m ²

	Empena sul	(3,20 x 0,90) =	2,88 m ²
		Total:	97,56 m²
Desconto de Esquadrias			
	Janelas		
	Sala	1,00 x 2,00 x 1,00 =	8,40 m ²
	Quarto 02	1,00 x 1,50 x 1,00 =	11,20 m ²
	Quarto 01	1,00 x 1,50 x 1,00 =	1,20 m ²
	Wc	0,40 x 0,80 x 1,00 =	2,40 m ²
	Portas		
	Sala	0,80 x 2,15 x 1,00 =	1,72 m ²
	Quarto 02	0,80 x 2,15 x 1,00 =	1,72 m ²
	Quarto 01	0,80 x 2,15 x 1,00 =	1,72 m ²
	Wc	0,80 x 2,15 x 1,00 =	1,72 m ²
	Cozinha	0,80 x 2,15 x 1,00 =	1,72 m ²
		Total	31,80 m²
6.3.2 Massa única traço 1:2:8 (cimento:cal:areia)			
	Fachadas		
	Fachada 01	(6,40 x 3,0) =	19,2 m ²
	Fachada 02	(8,40 x 3,0) =	25,2 m ²
	Fachada 03	(2,50 x 3,0) =	7,5 m ²
	Fachada 04	(1,30 x 3,0) =	3,9 m ²
	Fachada 05	(4,40 x 3,0) =	13,2 m ²
	Fachada 06	(7,60 x 3,0) =	22,8 m ²
	Empena norte	(3,20 x 0,90) =	2,88 m ²
	Empena sul	(3,20 x 0,90) =	2,88 m ²
		Total:	97,56 m²
Desconto de Esquadrias			
	Janelas		
	Sala	1,00 x 2,00 x 1,00 =	8,40 m ²
	Quarto 02	1,00 x 1,50 x 1,00 =	11,20 m ²
	Quarto 01	1,00 x 1,50 x 1,00 =	1,20 m ²
	Wc	0,40 x 0,80 x 1,00 =	2,40 m ²
	Portas		
	Sala	0,80 x 2,15 x 1,00 =	1,72 m ²
	Quarto 02	0,80 x 2,15 x 1,00 =	1,72 m ²
	Quarto 01	0,80 x 2,15 x 1,00 =	1,72 m ²
	Wc	0,80 x 2,15 x 1,00 =	1,72 m ²
	Cozinha	0,80 x 2,15 x 1,00 =	1,72 m ²
		Total	31,80 m²
7.0 INSTALAÇÕES E APARELHOS			
7.1 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS			
7.1.1 Ponto de luz embutido no teto ou parede com eletroduto corrugado embutido, fiação, caixa elétrica, espelho, bocal e lâmpada			
	Quarto 01		1,00 und
	Quarto 02		1,00 und
	Wc		1,00 und
	Sala		1,00 und
	Cozinha		1,00 und
	Serviço		1,00 und
		Total:	6,00 und
7.1.2 Ponto de tomada monofásica embutida 2P+T 10A com eletroduto corrugado, fiação, caixa elétrica e espelho			
	Quarto 01		3,00 und
	Quarto 02		3,00 und
	Wc		1,00 und
	Sala		3,00 und
	Cozinha		6,00 und
	Serviço		1,00 und
		Total:	17,00 und
7.1.3 Ponto tomada p/ chuveiro elétrico embutida 2P+T 20A com eletroduto corrugado, fiação 4,0 mm ² caixa elétrica e espelho			
	Wc		1,00 und
		Total:	1,00 und
7.1.4 Ponto seco, com caixa de passagem, com eletroduto corrugado 25mm, arame galvanizado para pesca, e caixa elétrica 4x2 (TV)			
	Sala		1,00 und
		Total:	1,00 und
7.1.5 Ponto de Campanhia, com eletroduto corrugado 25mm, fiação, caixas elétricas 4x2, pulsador e campainha			
	Cozinha		1,00 und
		Total:	1,00 und
7.1.6 Quadro de distribuição em PVC monofásico para 12 circuitos com barramento de fase e neutro, disjuntores monofásicos, disjuntor DR e distribuição da carga através de pentes elétricos, conforme projeto elétrico			
	Sala		1,00 und
		Total:	1,00 und
7.1.7 Ligação domiciliar padrão energisa, incluso poste.			
	Poste externo		1,00 und
		Total:	1,00 und

7.2 INSTALAÇÕES TELEFÔNICAS			
7.2.1	Ponto seco para telefone, com caixa de passagem, com eletroduto corrugado 25mm, arame galvanizado para pesca, e caixa elétrica 4x2		
	Sala		1,00 und
		Total:	1,00 und
7.2.2	Ponto de interfone, com eletroduto corrugado, fiação, aparelho.		
	Sala		1,00 und
		Total:	1,00 und
7.3 ÁGUA FRIA			
7.3.1 BARRILETE E RESERVATÓRIOS			
7.3.1.1	Tube PVC soldável 32mm		
	Saída caixas d'água	0,50 + 0,50 + 3,00 =	4,00 m
	Encaminhamento às prumadas	4,00 + 8,00 =	12,00 m
	Extravadores e limpeza		9,00 m
		Total:	25,00 m
7.3.1.2	Tube PVC soldável 25 mm		
	Prumadas	4,00 x 3,00 =	12,00 m
		Total:	12,00 m
7.3.1.3	Tê Soldável 32mm		
	Saída caixas d'água		1,00 und
	Encaminhamento às prumadas		3,00 und
	Extravadores e limpeza		2,00 und
		Total:	6,00 und
7.3.1.4	Adaptador com flange e anel de vedação PVC soldável 32mm x 1"		
	Saída caixa d'água alimentação		1,00 und
	Saída caixa d'água extravasor		1,00 und
	Limpeza		1,00 und
		Total:	3,00 und
7.3.1.5	Joelho 90° soldável 32mm		
	Saída caixa d'água		2,00 und
	Encaminhamento às prumadas		2,00 und
	Limpeza		3,00 und
		Total:	7,00 und
7.3.1.6	Joelho 90° soldável 25 mm		
	Prumadas		4,00 und
		Total:	4,00 und
7.3.1.7	Adaptador para registro de gaveta 32mmx1"		
	Saída caixa d'água		2,00 und
	Limpeza		2,00 und
		Total:	4,00 und
7.3.1.8	Registro de gaveta 1" (32mm)		
	Saída caixa d'água		1,00 und
	Limpeza		1,00 und
		Total:	2,00 und
7.3.2.1	Ligação domiciliar de Água		
			1,00 und
		Total:	1,00 und
7.3.2.2	Kit Cavalete PVC com Registro 3/4"		
			1,00 und
		Total:	1,00 und
7.3.2.3	Hidrometro, padrão CAGEPA - Micromedição		
			1,00 und
		Total:	1,00 und
7.3.2.4	Tube PVC soldável 25 mm		
	Sucção		24,00 m
		Total:	24,00 m
7.3.2.5	Registro de gaveta 3/4"		
	Entrada		1,00 und
		Total:	1,00 und
7.3.2.6	Boia de nível 3/4"		
	Caixa d'água		1,00 und
		Total:	1,00 und
7.3.2.7	Caixa d'água em polietileno, 1000 litros, com acessórios		
			1,00 und
		Total:	1,00 und
7.3.3 REDE DE DISTRIBUIÇÃO			
7.3.3.1	Ponto de água com rede		
	WC		
	Lavatório		1,00 und
	Vaso		1,00 und
	Duchinha		1,00 und
	Chuveiro		1,00 und
	Fechamento		1,00 und
	Cozinha e serviço		

	Pia	1,00 und
	Máquina de lavar roupa	1,00 und
	Tanque	1,00 und
	Filtro	1,00 und
	Fechamento	1,00 und
	Total:	10,00 und
7.4 ESGOTO E ÁGUA PLUVIAIS		
7.4.1 Ponto de esgoto primário 100mm com rede		
	WC	
	Vaso	1,00 und
	Total:	1,00 und
7.4.2 Ponto de esgoto secundário 50mm com rede		
	WC	
	Chuveiro	1,00 und
	Cozinha	
	Pia	1,00 und
	Máquina de lavar roupa	1,00 und
	Tanque	1,00 und
	Total:	4,00 und
7.4.3 Ponto de esgoto secundário 40mm com rede		
	WC	
	Lavatório	1,00 und
	Ralo sifonado	1,00 und
	Cozinha	
	Ralo sifonado	1,00 und
	Total:	3,00 und
7.4.4 Caixa de gordura - com tampa		
	Cozinha	1,00 und
	Total:	1,00 und
7.4.5 Caixa de inspeção em alvenaria ou pré moldada		
	Recolhimento	2,00 und
	Fossa	1,00 und
	Sumidouro	1,00 und
	Total:	4,00 und
7.4.6 Fossa em tijolos maciços, alvenaria de 1 vez, laje me concreto com dimensões 1,90x1,10x1,40		
	Fossa	1,00 und
	Total:	1,00 und
7.4.7 Sumidouro em alvenaria de tijolo cerâmico maciço e laje em concreto com diâmetro 1,20 m e profundidade de 5,00 m		
	Sumidouro	1,00 und
	Total:	1,00 und

APÊNDICE J: ORÇAMENTO ANALÍTICO PARA RESIDÊNCIA POPULAR EM ALVENARIA CONVENCIONAL

ORÇAMENTO ANALÍTICO - SISTEMA CONVENCIONAL				
ITEM	DESCRIMINAÇÃO	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	ORIGEM	
			QUANTIDADE	VALOR (R\$)
1.0	INFRAESTRUTURA			R\$ 11.039,82
1.1	TRABALHO COM TERRA			
1.1.1	Limpeza do terreno	0,51	160,00	81,60
1.1.2	Locação da obra, execução de gabarito	4,81	107,16	515,44
1.1.3	Escavação manual de vala para fundações	52,81	10,82	571,30
1.1.4	Aterro do caixão com areia	75,14	26,88	2.019,76
			SUBTOTAL	R\$3.188,10
1.2	FUNDAÇÃO E OUTROS SERVIÇOS			
1.2.1	Embasamento de pedra argamassada, no traço 1:5	317,80	10,31	3.275,25
1.2.2	Alvenaria de embasamento de 1 vez traço 1:5	96,45	20,94	2.019,66
1.2.3	Concreto armado para fundações Fck= 25 Mpa, incluindo armadura e forma	1.573,88	1,50	2.355,31
1.2.4	Concreto magro (não estrutural), inclusive lançamento e aplicação	217,84	0,93	201,50
			SUBTOTAL	R\$7.851,72
2.0	SUPERESTRUTURA E PAREDES			R\$ 7.874,71
2.1	CONCRETO ARMADO			
2.1.1	Execução de estruturas de concreto armado, para edificação habitacional unifamiliar com dois pavimentos fck = 25Mpa.	1.573,88	1,70	2.673,24
2.1.2	Verga moldada in loco com utilização de blocos canaleta para PORTAS com até 1,50m de vão.	33,50	6,00	201,00
2.1.3	Verga moldada in loco com utilização de blocos canaleta para JANELAS com até 1,50m de vão.	28,34	7,40	209,72
2.1.4	Contraverga moldada in loco com utilização de blocos canaleta para vãos de até 1,50m de comprimento.	24,76	7,40	183,22
			SUBTOTAL	R\$3.267,18
2.2	ALVENARIAS			
2.2.1	Alvenaria de tijolos cerâmicos furados 9x18x18 cm de 1/2 vez, assentados com argamassa de cimento, cal e areia, traço 1:2:8, juntas 12mm.	51,55	89,38	4.607,54
			SUBTOTAL	R\$4.607,54
3.0	ESQUADRIAS			R\$ 6.007,30
3.2	ESQUADRIAS DE MADEIRA			
3.2.1	Kit de porta de madeira (porta, fechadura, alizar, dobradiças e forras) - 0,80X2,10	664,31	5,00	3.321,55
			SUBTOTAL	R\$3.321,55
3.3	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO			
3.3.1	Janela em alumínio de correr ou maximoar	504,84	5,32	2.685,75
			SUBTOTAL	R\$2.685,75
4.0	COBERTURA			R\$ 9.943,47
4.1	Estrutura de ferro galvanizado 40x30, para cobertura de telha sanduíche modelo colonial.	59,29	95,40	5.656,27
4.2	Coberta em telha sanduíche modelo colonial, com até duas águas	102,07	42,00	4.287,20
			SUBTOTAL	R\$9.943,47
5.0	IMPERMEABILIZAÇÃO			R\$ 520,66
5.1	Impermeabilização de superfície com pintura impermeabilizante de base bicomponente	27,22	19,13	520,66
			SUBTOTAL	R\$520,66
6.0	REVESTIMENTOS			R\$ 2.953,85
6.1	REVESTIMENTO INTERNO			
6.1.1	Chapisco traço 1:3	2,46	31,80	78,23
6.1.2	Massa única traço 1:2:8 (cimento:cal:areia)	21,67	31,80	689,11
			SUBTOTAL	R\$767,33
6.2	REVESTIMENTO EXTERNO			
6.2.1	Chapisco traço 1:3	2,46	65,76	161,77
6.2.2	Massa única traço 1:2:8 (cimento:cal:areia)	30,79	65,76	2.024,75
			SUBTOTAL	R\$2.186,52
7.0	INSTALAÇÕES			R\$ 11.081,95
7.1	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS			
7.1.1	Ponto de luz embutido no teto ou parede com eletroduto corrugado embutido, fiação, caixa elétrica, espelho, bocal e lâmpada	87,65	6,00	525,90
7.1.2	Ponto de tomada monofásica embutida 2P+T 10A com eletroduto corrugado, fiação, caixa elétrica e espelho	115,00	17,00	1.955,00
7.1.3	Ponto tomada p/ chuveiro elétrico embutida 2P+T 20A com eletroduto corrugado, fiação 4,0 mm ² caixa elétrica e espelho	146,46	1,00	146,46
7.1.4	Ponto seco, com caixa de passagem, com eletroduto corrugado 25mm, arame galvanizado para pesca, e caixa elétrica 4x2 (TV)	39,77	1,00	39,77
7.1.5	Ponto de Campanha, com eletroduto corrugado 25mm, fiação, caixas elétricas 4x2, pulsador e campainha	65,90	1,00	65,90
7.1.6	Quadro de distribuição em PVC monofásico para 12 circuitos com barramento de fase e neutro, disjuntores monofásicos, disjuntor DR e distribuição da carga através de pentes elétricos, conforme projeto elétrico	335,01	1,00	335,01
7.1.7	Ligação domiciliar padrão energisa, incluso poste.	868,76	1,00	868,76

			SUBTOTAL	R\$3.936,80
7.2	INSTALAÇÕES TELEFÔNICAS			
7.2.1	Ponto seco para telefone, com caixa de passagem, com eletroduto corrugado 25mm, arame galvanizado para pesca, e caixa elétrica 4x2	39,77	1,00	39,77
7.2.2	Ponto de interfone, com eletroduto corrugado, fiação, aparelho.	107,21	1,00	107,21
			SUBTOTAL	R\$146,98
7.3	ÁGUA FRIA			
7.3.1	BARRILETE			
7.3.1.1	Tubo PVC soldável 32mm	6,62	25,00	165,50
7.3.1.2	Tubo PVC soldável 25 mm	3,30	12,00	39,60
7.3.1.3	Tê PVC Soldável 32mm	6,10	6,00	36,60
7.3.1.4	Adaptador com flange e anel de vedação PVC soldável 32mm x 1"	20,75	3,00	62,25
7.3.1.5	Joelho 90° PVC soldável 32mm	6,85	7,00	47,95
7.3.1.6	Joelho 90° PVC Soldável 25mm	3,77	4,00	15,08
7.3.1.7	Adaptador para registro de gaveta 32mmx1"	5,91	4,00	23,64
7.3.1.8	Registro de gaveta 1" (32mm)	60,38	2,00	120,76
			SUBTOTAL	R\$511,38
7.3.2	RECALQUE E RESERVATÓRIOS			
7.3.2.1	Ligação domiciliar de Água	354,28	1,00	354,28
7.3.2.2	Kit Cavalete PVC com Registro 3/4"	90,68	1,00	90,68
7.3.2.3	Hidrometro, padrão CAGEPA - Micromedicação	115,52	1,00	115,52
7.3.2.4	Tubo PVC soldável 25 mm	3,30	24,00	79,20
7.3.2.5	Registro de gaveta 3/4"	29,49	1,00	29,49
7.3.2.6	Boia de nível 3/4"	43,84	1,00	43,84
7.3.2.7	Caixa d'água em polietileno, 1000 litros, com acessórios	524,39	1,00	524,39
			SUBTOTAL	R\$1.237,40
7.3.3	REDE DE DISTRIBUIÇÃO			
7.3.3.1	Ponto de água com rede	89,65	10,00	896,50
			SUBTOTAL	R\$896,50
7.4	ESGOTO E ÁGUA PLUVIAIS			
7.4.1	Ponto de esgoto primário 100mm com rede	146,27	1,00	146,27
7.4.2	Ponto de esgoto primário 50mm com rede	94,39	4,00	377,57
7.4.3	Ponto de esgoto secundário 40mm com rede	56,26	3,00	168,79
7.4.4	Caixa de gordura - com tampa	154,52	1,00	154,52
7.4.5	Caixa de inspeção em alvenaria ou pré moldada	301,19	4,00	1.204,76
7.4.6	Fossa em tijolos maciços, alvenaria de 1 vez, laje me concreto com dimensões 1,90x1,10x1,40	1.230,99	1,00	1.230,99
7.4.7	Sumidouro em alvenaria de tijolo cerâmico maciço e laje em concreto com diâmetro 1,20 m e profundidade de 5,00 m	1.069,98	1,00	1.069,98
			SUBTOTAL	R\$4.352,89
			TOTAL	49.421,77

APÊNDICE K: ORÇAMENTO ANALÍTICO PARA RESIDÊNCIA POPULAR EM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS

ORÇAMENTO ANALÍTICO - SISTEMA EM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS				
ITEM	DESCRIMINAÇÃO	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	ORIGEM	
			QUANTIDADE	VALOR (R\$)
1.0	INFRAESTRUTURA			R\$ 3.390,15
1.1	TRABALHO COM TERRA			
1.1.1	Limpeza do terreno	0,51	160,00	81,60
1.1.2	Locação da obra, execução de gabarito	4,81	107,16	515,44
1.1.3			SUBTOTAL	R\$597,04
1.2	FUNDAÇÃO E OUTROS SERVIÇOS			
1.2.1	Concretagem de radier solo solo, FCK 30 Mpa, espessura 15 cm (lançamento, adensamento e acabamento)	398,39	7,01	2.793,11
			SUBTOTAL	R\$2.793,11
2.0	SUPERESTRUTURA E PAREDES			R\$ 5.016,04
2.1	Bloco de EPS tipo 2F (4,00 x 1,20 x 1,00 m)	20,10	139,41	2.802,14
2.2	Tela eletrosoldada malha 10x10 Ø4,2mm (2,45 x 6,00 m)	12,07	183,42	2.213,90
			SUBTOTAL	R\$5.016,04
3.0	ESQUADRIAS			R\$ 5.827,08
3.1	ESQUADRIAS DE MADEIRA			
3.1.1	Kit de porta de madeira (porta, fechadura, alizar, dobradiças e forras) - 0,80X2,10	644,38	5,00	3.221,90
			SUBTOTAL	R\$3.221,90
3.2	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO			
3.2.1	Janela em alumínio de correr ou maximoar	489,69	5,32	2.605,18
			SUBTOTAL	R\$2.605,18
4.0	COBERTURA			R\$ 9.943,47
4.1	Estrutura de ferro galvanizado 40x30, para cobertura de telha sanduíche modelo colonial.	59,29	95,40	5.656,27
4.2	Coberta em telha sanduíche modelo colonial, com até duas águas	102,07	42,00	4.287,20
			SUBTOTAL	R\$9.943,47
5.0	IMPERMEABILIZAÇÃO			R\$ 324,35
5.1	Impermeabilização de superfície com pintura impermeabilizante de base bicomponente	27,22	11,92	324,35
			SUBTOTAL	R\$324,35
6.0	REVESTIMENTOS			R\$ 1.413,64
6.1	REVESTIMENTO INTERNO			
6.1.1	Chapisco traço 1:3	1,48	31,80	47,06
6.1.2	Massa única traço 1:2:8 (cimento:cal:areia)	13,01	31,80	413,72
			SUBTOTAL	R\$460,78
6.2	REVESTIMENTO EXTERNO			
6.2.1	Chapisco traço 1:3	1,48	65,76	97,32
6.2.2	Massa única traço 1:2:8 (cimento:cal:areia)	13,01	65,76	855,54
			SUBTOTAL	R\$952,86
7.0	INSTALAÇÕES			R\$ 9.107,69
7.1	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS			
7.1.1	Ponto de luz embutido no teto ou parede com eletroduto corrugado embutido, fiação, caixa elétrica, espelho, bocal e lâmpada	65,74	6,00	394,43
7.1.2	Ponto de tomada monofásica embutida 2P+T 10A com eletroduto corrugado, fiação, caixa elétrica e espelho	86,25	17,00	1.466,25
7.1.3	Ponto tomada p/ chuveiro elétrico embutida 2P+T 20A com eletroduto corrugado, fiação 4,0 mm² caixa elétrica e espelho	109,85	1,00	109,85
7.1.4	Ponto seco, com caixa de passagem, com eletroduto corrugado 25mm, arame galvanizado para pesca, e caixa elétrica 4x2 (TV)	29,83	1,00	29,83
7.1.5	Ponto de Campanhia, com eletroduto corrugado 25mm, fiação, caixas elétricas 4x2, pulsador e campainha	16,47	1,00	16,47
7.1.6	Quadro de distribuição em PVC monofásico para 12 circuitos com barramento de fase e neutro, disjuntores monofásicos, disjuntor DR e distribuição da carga através de pentes elétricos, conforme projeto elétrico	251,26	1,00	251,26
7.1.7	Ligação domiciliar padrão energisa, incluso poste.	868,76	1,00	868,76
			SUBTOTAL	R\$3.136,84
7.2	INSTALAÇÕES TELEFÔNICAS			
7.2.1	Ponto seco para telefone, com caixa de passagem, com eletroduto corrugado 25mm, arame galvanizado para pesca, e caixa elétrica 4x2	39,77	1,00	39,77
7.2.2	Ponto de interfone, com eletroduto corrugado, fiação, aparelho.	107,21	1,00	107,21
			SUBTOTAL	R\$146,98
7.3	ÁGUA FRIA			
7.3.1	BARRILETE			
7.3.1.1	Tubo PVC soldável 32mm	4,97	25,00	124,13
7.3.1.2	Tubo PVC soldável 25 mm	2,48	12,00	29,70
7.3.1.3	Tê PVC Soldável 32mm	4,58	6,00	27,45
7.3.1.4	Adaptador com flange e anel de vedação PVC soldável 32mm x 1"	15,56	3,00	46,69
7.3.1.5	Joelho 90° PVC soldável 32mm	5,14	7,00	35,96
7.3.1.6	Joelho 90° PVC Soldável 25mm	2,83	4,00	11,31

7.3.1.7	Adaptador para registro de gaveta 32mmx1"	4,43	4,00	17,73
7.3.1.8	Registro de gaveta 1" (32mm)	45,29	2,00	90,57
			SUBTOTAL	R\$383,54
7.3.2	RECALQUE E RESERVATÓRIOS			
7.3.2.1	Ligação domiciliar de Água	265,71	1,00	265,71
7.3.2.2	Kit Cavalete PVC com Registro 3/4"	68,01	1,00	68,01
7.3.2.3	Hidrometro, padrão CAGEPA - Micromedição	86,64	1,00	86,64
7.3.2.4	Tubo PVC soldável 25 mm	2,48	24,00	59,40
7.3.2.5	Registro de gaveta 3/4"	22,12	1,00	22,12
7.3.2.6	Boia de nível 3/4"	32,88	1,00	32,88
7.3.2.7	Caixa d'água em polietileno, 1000 litros, com acessórios	393,29	1,00	393,29
			SUBTOTAL	R\$928,05
7.3.3	REDE DE DISTRIBUIÇÃO			
7.3.3.1	Ponto de água com rede	67,24	10,00	672,38
			SUBTOTAL	R\$672,38
7.4	ESGOTO E ÁGUA PLUVIAIS			
7.4.1	Ponto de esgoto primário 100mm com rede	109,70	1,00	109,70
7.4.2	Ponto de esgoto primário 50mm com rede	70,79	4,00	283,18
7.4.3	Ponto de esgoto secundário 40mm com rede	42,20	3,00	126,59
7.4.4	Caixa de gordura - com tampa	115,89	1,00	115,89
7.4.5	Caixa de inspeção em alvenaria ou pré moldada	225,89	4,00	903,57
7.4.6	Fossa em tijolos maciços, alvenaria de 1 vez, laje me concreto com dimensões 1,90x1,10x1,40	1.230,99	1,00	1.230,99
7.4.7	Sumidouro em alvenaria de tijolo cerâmico maciço e laje em concreto com diâmetro 1,20 m e profundidade de 5,00 m	1.069,98	1,00	1.069,98
			SUBTOTAL	R\$3.839,91
			TOTAL	35.022,43