



**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANA PAULA DA SILVA PONCIANO
GIOVANNA LYSSA SILVA**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS DE
CONSTRUÇÃO DE ALVENARIA CONVENCIONAL E
MONOLITE**

PUBLICAÇÃO Nº: 4

**GOIANÉSIA / GO
2020**



**ANA PAULA DA SILVA PONCIANO
GIOVANNA LYSSA SILVA**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS DE
CONSTRUÇÃO DE ALVENARIA CONVENCIONAL E
MONOLITE**

PUBLICAÇÃO Nº: 4

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACEG.**

ORIENTADOR: Me. LUANA DE LIMA LOPES

GOIÂNÉSIA / GO: 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

PONCIANO, ANA PAULA DA SILVA.
SILVA, GIOVANNA LYSSA.

Estudo comparativo entre sistemas de construção de alvenaria convencional e monolite, [Goiás] 2020 xi, 46P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2019).

TCC – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Civil.

1. Construção civil	2. Poliestireno expandido
3. Monolite	4. Sistemas Construtivos
I. ENC/UNI	II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PONCIANO, A. P. S.; SILVA, G. L. Estudo comparativo entre sistemas de construção de alvenaria convencional e monolite. TCC, Publicação ENC. PF-001A/2020, Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Goianésia (FACEG), Goianésia, GO, 46p. 2020.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Ana Paula da Silva Ponciano, Giovanna Lyssa Silva

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo comparativo entre sistemas de construção de alvenaria convencional e monolite.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2020

É concedida à FACEG a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Giovanna Lyssa Silva
Rua 55 318 Muniz Falcão
76380502 – Goianésia/GO – Brasil

Ana Paula da Silva Ponciano
Rua 30 78 Morro da Ema
76385434 – Goianésia/GO – Brasil

**ANA PAULA DA SILVA PONCIANO
GIOVANNA LYSSA SILVA**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS DE
CONSTRUÇÃO DE ALVENARIA CONVENCIONAL E
MONOLITE**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA FACEG COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

APROVADO POR:

**LUANA DE LIMA LOPES, Mestre (FACEG)
(ORIENTADOR)**

**IGOR CÉZAR SILVA BRAGA, Mestre (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**MARINÉS CHIQUINQUIRA CARVAJAL BRAVO GOMES, Doutora (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: GOIANÉSIA/GO, 09 de JUNHO de 2020.

*Dedico este trabalho:
aos meus pais, Célia e Rubeni,
ao meu esposo Luan, e
à minha avó Almezinda.
Ana Paula da Silva Ponciano.*

*Dedico este trabalho:
aos meus pais, Cieli e Marcelo,
à minha irmã Karen Kemely, e
à minha avó Rita Morais (in memórian).
Giovanna Lyssa Silva*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante essa minha trajetória acadêmica. A toda a minha família, em especial aos meus pais Célia e Rubeni que me apoiaram e me incentivaram em todos os momentos. Aos meus irmãos Luis Paulo e Paulo César, obrigado pelo apoio e torcida.

Agradeço também ao meu esposo Luan pelo incentivo, pela paciência, pela força, por sua capacidade de me trazer paz na correria de cada semestre. Obrigado por suportar as crises de estresse e minha ausência em diversos momentos.

A professora Me. Luana, muito obrigada pela orientação, paciência e confiança. Agradeço a todos os meus professores do curso pelos conselhos e ensinamentos passados no decorrer da faculdade.

Aos meus amigos Giovanna, Luiz César e Rayane, obrigado pelos puxões de orelhas, risadas, por todo o apoio e suporte que me deram, por sempre estar ao meu lado, foram momentos incríveis. Amigos que vão continuar presentes em minha vida.

Agradeço a todos os colegas de turma, todas as pessoas que, de alguma forma, foram essenciais para que eu alcançasse este objetivo.

Ana Paula da Silva Ponciano

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e força para vencer as dificuldades, sem Ele eu jamais teria chegado onde estou.

Aos meus pais, Marcelo e Cieli, que sempre foram meus exemplos de caráter, honestidade e sabedoria, seus ensinamentos são virtudes que irei seguir em toda minha vida. Vocês me possibilitaram o estudo desde a minha infância e me ensinaram que o conhecimento sempre será o melhor caminho. A minha irmã Karen Kemely, minha parceira da vida, que me ajudou em vários momentos, seu incentivo e apoio foram essenciais.

Agradeço aos meus colegas da faculdade, em especial ao Luiz César, Ana Paula e Rayane, pelos incontáveis momentos juntos, apoio e companheirismo, demonstração de amizade e carinho. Vocês foram um presente que vou levar para sempre.

Ao meu patrão Nestor Ricardo que disponibilizou grande parte do material de estudo para que fosse possível a realização desse trabalho, e pela partilha de conhecimentos.

A professora Me. Luana de Lima Lopes pela orientação e confiança no nosso trabalho, suas sugestões e conselhos foram cruciais. Ao professor da disciplina Me. Eduardo Martins Toledo, pelo auxílio e disposição em ajudar a entregar o nosso melhor.

Aos membros da banca e aos demais professores do curso de Engenharia Civil da FACEG que contribuíram para a minha formação, por todo apoio e conhecimento passado.

Giovanna Lyssa Silva

*“A nossa recompensa está no esforço, não no resultado.
Um esforço total é uma vitória completa ”
Mahatma Gandhi*

RESUMO

A aplicação de materiais não convencionais tem sido um recurso cada dia mais viável e comum às edificações, produtos capazes de reduzir tempo de execução e custos tem ganhado um espaço cada dia maior no mercado. Neste trabalho foi desenvolvido um estudo de caso, e apresentado resultados de análise comparativa de desempenho na execução e na economia entre os métodos construtivos monolite (paredes constituídas por painéis de poliestireno expandido, telas de aço eletro-soldada e argamassa projetada) e convencional (paredes de vedação em alvenaria de tijolos cerâmicos ou de concreto). Foram descritas as características de cada um dos sistemas, evidenciando suas potencialidades, vantagens e desvantagens. Para campo de pesquisa usou-se a construção de uma casa construída pelo método convencional no município de Goianésia, Goiás, Brasil. Para a comparação entre os procedimentos dos sistemas avaliados, foi identificado todos os materiais e procedimentos para a execução de cada um dos elementos que irão compor as construções. Foram levantados dados para a descrição dos mesmos. Os resultados foram demonstrados por meio de gráficos e tabelas, para cada sistema construtivo para efeito de comparação. Os dados obtidos apontam que a obra construída pelo método monolite teria 20 dias a menos de execução do que pelo método convencional. Isso devido principalmente a rapidez na montagem das paredes, pois apenas nesta etapa obteve-se um adiantamento de 12 dias. O método monolite também apresentou o custo total da obra mais baixo em pelo menos 36% que o método convencional.

Palavras-chave: construção civil, monolite, sistemas construtivos, poliestireno expandido.

ABSTRACT

The application of non-conventional materials has been an increasingly viable and common resource for buildings, products capable of reducing execution time and costs have gained more space on the market every day. In this work, a case study was developed, and results of comparative analysis of performance in execution and economy were presented between monolithic (walls made of expanded polystyrene panels, electro-welded steel screens and designed mortar) and conventional (sealing walls in brick masonry or concrete) construction methods. The characteristics of each of the systems were described, showing their potentialities, advantages and disadvantages. For the research field we used the construction of a house built by the conventional method in the municipality of Goianésia, Goiás, Brazil. For the comparison between the procedures of the evaluated systems, it was identified all the materials and procedures for the execution of each one of the elements that will compose the constructions. Data were collected for their description. The results were demonstrated by means of graphs and tables, for each constructive system for comparison purposes. The data obtained indicate that the work built by the monolithic method would have 20 days less of execution than the conventional method. This is mainly due to the speed in the assembly of the walls, as only at this stage was an advance of 12 days obtained. The monolite method also presented the total cost of the work lower by at least 36% than the conventional method.

Keywords: construction, monolite, building systems, expanded polystyrene.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – PS granulado	6
Figura 2 – Pérolas de PS após a pré-expansão e armazenamento intermediário.....	6
Figura 3 – Disposição das barras e ancoragem dos painéis.....	10
Figura 4 – Tubulações para sistema hidráulico	10
Figura 5 – Aplicação da primeira camada do revestimento nas paredes internas.....	11
Figura 6 – Isolamento térmico com EPS em telhados.....	13
Figura 7 – Aplicação de EPS no isolamento térmicos de paredes	14
Figura 8 – Uso do EPS em paredes externas.....	15
Figura 9 – Piso flutuante.	16
Figura 10 – Modulação e assentamento da primeira fiada.....	17
Figura 11 – Tipos de blocos cerâmicos estruturais	19
Figura 12 – Elevação da alvenaria de blocos cerâmicos.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características exigíveis para o EPS NBR 11752	8
Tabela 2 – Requisito de qualidade para blocos de concreto	18
Tabela 3 – Dimensões padronizadas dos blocos de concreto para alvenaria estrutural	18
Tabela 4 – Lista de materiais usados nos dois métodos	23
Tabela 5 – Lista de materiais método convencional.....	24
Tabela 6 – Lista de materiais método monolite.....	25
Tabela 7 – Cronograma da obra para o método convencional	28
Tabela 8 – Cronograma da obra para o método monolite	29

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Custos das etapas do sistema convencional	26
Gráfico 2 – Custos das etapas do sistema monolite.....	27
Gráfico 3 – Diferença de custos entre os sistemas	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRAPEX – Associação Brasileira do Poliestireno Expandido

EPS – Poliestireno Expandido

GPPS – Poliestireno de Propósito Geral

HIPS – Poliestireno de alto Impacto

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo

NBR – Norma Brasileira

PET – Polietileno Tereftalato

PP – Polipropileno

PS – Poliestireno

PVC – Cloreto de Polivinila

TCPO – Tabela de Composições e Preços para Orçamentos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivo Geral.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos	3
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	4
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 CARACTERÍSTICAS DO POLIESTIRENO EXPANDIDO	5
2.1.1 Pré-expansão.....	5
2.1.2 Armazenamento intermediário.....	6
2.1.2 Moldagem	7
2.2 UTILIZAÇÃO DO EPS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	9
2.2.1 ISOLAMENTO TERMOACÚSTICO	12
2.3 MÉTODO DE ALVENARIA CONVENCIONAL	16
2.3.1 ALVENARIA COM BLOCOS DE CONCRETO.....	17
2.3.2 ALVENARIA COM BLOCOS CERÂMICOS	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 ANÁLISE COMPARATIVA	22
5 CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
APÊNDICE A – Lista de materiais.....	35
ANEXO A – Projeto Arquitetônico, planta baixa.	43
ANEXO B – Projeto Arquitetônico, cortes.	44
ANEXO C – Projeto Arquitetônico, vistas.....	45

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, durante muitos e até nos dias de hoje, há a predominância de um método construtivo, formado por paredes de vedação em cerâmicas e bases estruturais de concreto. Levando em consideração o tempo de execução, economia, qualidade, conforto térmico, impermeabilidade e o peso desse sistema, verificou-se a necessidade de buscar novas tecnologias, materiais mais leves e de fácil moldagem.

Na construção civil, o peso interfere diretamente nos custos das obras, quanto mais pesada a estrutura, mais esforços serão transferidos para a fundação e, conseqüentemente, para o dimensionamento seguro serão exigidos elementos construtivos que suportem esses esforços, aumentando consideravelmente o custo.

Observando o histórico da evolução dos tipos de construções, podem-se notar várias mudanças relevantes até os dias atuais. Algumas edificações se mantiveram em bom estado, provando a qualidade das tecnologias usadas na época que antecedeu a era cristã, esses conhecimentos ainda são aplicados nos métodos construtivos atualmente, obras construídas com pedras estruturadas sem uso de aglomerantes, como a muralha da China e pirâmides egípcias tinham por objetivo resistir ao tempo.

O método construtivo convencional para casas e edifícios é utilizado há várias décadas sem grandes mudanças. Algumas tecnologias surgiram na última década, mas na maioria dos casos foram adotadas apenas as melhorias das ferramentas e equipamentos. Sabe-se que no método convencional, a construção de uma casa unifamiliar tem suas etapas bem definidas: fundações, pilares, paredes, vigas, laje e telhado. Durante essas etapas percebe-se a quantidade de materiais desperdiçados na construção, como por exemplo, madeiras para forma, tijolo cerâmico e argamassa (GARCIA, 2009, p.16).

Visando a produtividade, iniciou-se a industrialização dos processos construtivos e sem perder a qualidade, foram desenvolvidos materiais como o poliestireno expandido.

Na construção civil o EPS (poliestireno expandido) vem ganhando espaço, despertando o interesse nesse material já há algumas décadas, onde no mercado de hoje faz parte de uma enorme parcela. Nos últimos 35 anos, este material tem ganhado posição estável no mercado da construção civil, não somente pela sua característica isolante, mas também por sua baixa densidade, resistência, fácil transporte e manuseio (RAMIRES, 2018).

Em 1949 o EPS foi descoberto pelos químicos Fritz Stastny e Karl Buchholz. Pode ser definido como um plástico celular rígido, decorrente da polimerização do estireno em água. Utiliza-se o pentano como o agente expensor para transformação do EPS, que consiste em um

hidrocarbureto que se degrada com rapidez pela reação fotoquímica gerada pelos raios solares, sem danificar o meio ambiente. Contém microcélulas fechadas compostas por 2% de poliestireno e 98% de seu volume preenchido por ar (ABRAPEX, 2013).

O sistema monolite foi desenvolvido na Itália, a fim de suprir as necessidades estruturais e climáticas severas. No Brasil não existe essa exigência, mas o sistema é eficaz quando utilizado em diversas formas arquitetônicas. Consiste num sistema de construção antissísmico, isolante acústico e térmico, além de possuir alta resistência ao impacto. Seus principais componentes são argamassa ou betão e o painel monolite que é formado por paredes com painéis de poliestireno expandido, telas de aço eletrosoldada e argamassa projetada. É comparado com um sanduíche, pois, é composto por duas placas de um material resistente, que são intercaladas por uma camada de outro material, normalmente de baixa densidade e resistência inferior à das placas (BERTINI, 2002; SOUZA, 2009).

Em 1990, esse método construtivo chegou ao Brasil e foi submetido a análises do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo), no qual apresentou resultados satisfatórios. Entretanto essa tecnologia é pouco empregada no país (BERTOLDI, 2007).

Infelizmente, existe um preconceito originalizado pelo comodismo de utilizar tecnologias convencionais, as quais são incorporadas mesmo com altos índices de desperdícios. A margem lucrativa, muita oferta de mão-de-obra não qualificada e de baixa remuneração, são incentivos para que esse setor não realize mudanças. Outro fator importante é que esse tipo de investimento em inovação apresenta resultados de médio e longo prazo, salientando o desinteresse por parte das construtoras (FLORES, 2018).

O presente trabalho baseia-se em um método qualitativo e exploratório, onde serão analisadas as características tecnológicas dos sistemas construtivos por meio do levantamento de dados e análises de desempenho. Será abordado o comparativo entre o sistema convencional e o sistema monolite, levando em consideração custo e tempo de produtividade.

1.1 JUSTIFICATIVA

Diante da necessidade de otimizar a rapidez nos processos, sem a perda da qualidade, a eficiência, a economia e ainda evitar o desperdício de materiais, justifica-se o estudo em questão.

A construção civil, assim como outros setores, vem passando por um processo de inovação trazendo tecnologias e oferecendo ao mercado diversas opções de construções mais rápidas, uma vez que o tempo é um fator extremamente valioso.

O método construtivo convencional, formado por paredes de vedação em cerâmicas e bases estruturais de concreto, ainda é o mais utilizado para construções de casas unifamiliares, onde apresenta etapas muito consolidadas, fundação, pilares, paredes, vigas, lajes e telhados. Um dos itens que mais demonstra a dificuldade desse método construtivo é o desperdício de materiais como, por exemplo, madeiras para forma.

O sistema monolite apresenta características de praticidade do transporte e agilidade na montagem, trazendo uma facilidade na capacitação de técnicos, tornando uma dificuldade comum em diversos tipos de construção, um ponto positivo para essa escolha. Por ser um método simples para ser executado, não são encontradas dificuldades para a capacitação de mão-de-obra, porém sua praticidade não exclui de forma alguma a necessidade de que haja um treinamento para os profissionais não familiarizados ao método, aumentando o investimento da obra.

Com a necessidade de novos sistemas construtivos que proporciona melhor desempenho na execução e na economia, é importante que se desenvolva novos estudos que comprovem a eficácia nos quesitos econômicos e técnicos desses novos métodos. É essencial o conhecimento e entendimento dos mesmos, para que em uma possível execução possa prever o custo final da sua realização.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo uma análise comparativa entre as características tecnológicas dos sistemas construtivos de alvenaria convencional e monolite, verificando ainda o desempenho econômico dos mesmos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar e caracterizar sobre os métodos construtivos tipo monolite e convencional de alvenaria;
- Ponderar a viabilidade econômica dos métodos construtivos;

- Ponderar a viabilidade técnica dos métodos construtivos;
- Verificar as vantagens e desvantagens presentes nos diferentes métodos construtivos;
- Indicar o método que apresentar o melhor desempenho de viabilidade técnica e econômica a partir dos dados analisados.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Esse trabalho é composto por cinco capítulos. No capítulo 1 apresentou-se a evolução dos sistemas construtivos, a história do EPS (poliestireno expandido) e o desenvolvimento do sistema monolite. Além dos objetivos e justificativa do trabalho.

No capítulo 2 foi feita a revisão bibliográfica, onde aborda as características do poliestireno expandido e sua utilização na construção civil. E também caracteriza sobre o método convencional.

O capítulo 3 descreve os materiais e métodos utilizados para fazer a comparação entre os métodos estudados. Apresenta os dados do projeto para o estudo do caso e sua fonte, e as considerações para a execução do projeto.

Nos resultados e discussão descritos no capítulo 4 é representado a análise comparativa através de gráficos e tabelas.

No último capítulo apresentamos as conclusões obtidas e sugestões para estudos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DO POLIESTIRENO EXPANDIDO

O EPS (poliestireno expandido), material plástico celular rígido, resultante da polimerização de Estireno em água, foi descoberto em 1949 por uma dupla de químicos Fritz Stastny e Karl Buchholz, nos laboratórios da Basf, na Alemanha. Sua composição química surgiu de polímeros e monômeros de estireno, que são líquidos extraído do petróleo (OLIVEIRA, 2013).

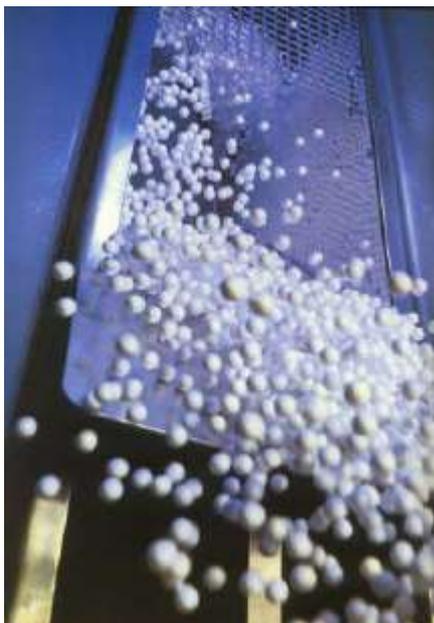
O Poliestireno, componente do grupo das resinas termoplásticas, é um polímero artificial que tem sua viscosidade alterada de acordo com a temperatura, quando exposto a um dado nível de calor torna-se mais viscoso e, portanto, moldável. Dentre suas variações temos o PET (polietileno tereftalato), o PVC (cloreto de polivinila), o PP (polipropileno) e os polietilenos, que se dividem entre os que apresentam alta e baixa densidade e baixa densidade linear. Dentre esse grupo, destaca-se o PS (poliestireno) por suas características especiais que possibilitam inúmeras formas de aplicação, variando desde a fabricação de embalagens até aplicações mais específicas, como a construção civil (ABRAPEX, 2013).

Para possibilitar a aplicação do EPS, a matéria prima passa por uma transformação exclusivamente física, ou seja, durante esse processo o material não sofre alterações em sua composição química, fenômeno que ocorre quando o EPS passa por adição de outros produtos que alteram e melhoram suas propriedades, tornando o produto mais resistente. O poliestireno é submetido a três fases durante seu processo físico, a pré-expansão, o armazenamento intermediário e a moldagem (MEDEIROS, 2017).

2.1.1 Pré-expansão

A pré-expansão ocorre de maneira preliminar, antecedendo as outras fases do processo. Com o uso de um pré-expansor, o poliestireno é colocado em contato com a água e o vapor para provocar reação em seu material expansor (Pentano), que incha, aumentando cerca de 50 vezes seu volume inicial, dando origem aos “flocos”, que são nada mais que o PS granulado (Figura 1), constituído por células fechadas, que facilitam o armazenamento para que o produto possa ser estabilizado (TESSARI, 2006).

Figura 1 – PS granulado.



Fonte: ACEPE, 2019.

2.1.2 Armazenamento intermediário

Este período é de suma importância para o processo, uma vez que esta fase permite a próxima transformação do material. Enquanto é armazenado, o PS é estabilizado ao passar pelo período de resfriamento, no qual o granulado de EPS, após arrefecer cria uma cavidade no interior de sua célula, que posteriormente é preenchida pelo ar circundante. A Figura 2 mostra a diferença de tamanho entre uma pérola de PS antes e depois da pré-expansão e armazenamento intermediário (SIQUEIRA, 2018).

Figura 2 – Pérolas de PS após a pré-expansão e armazenamento intermediário.



Fonte: ACEPE, 2019.

2.1.2 Moldagem

Após estabilizado, o granulado é introduzido em moldes e novamente é exposto a água e vapor, esse contato provoca novamente um inchaço no material, que por ter um limite delimitado pelas paredes do molde é comprimido, fazendo com que as pérolas unem-se entre si, ligando-se umas às outras. Os moldes, quando submetidos a um resfriamento brusco, realizados pela projeção de jatos de água fria nas fôrmas, interrompem o processo de expansão. Além de paralisar o sistema expansivo, o arrefecimento bruto também diminui a pressão, facilitando a retirada do material dos moldes, não alterando sua forma original (SIQUEIRA, 2017).

Como resultante do processo de transformação, tem-se um material composto 98% por ar e somente de 2% de matéria sólida formada por poliestireno. Segundo a ABRAPEX (2013), em 1m³ de EPS, existem entre 3 e 6 milhões de células fechadas, com cavidade interior preenchida de ar, conjunto responsável pelas características peculiares do material, extremamente limpas e de altas eficácia no isolamento termoacústico, isso em temperaturas entre -70° e 80°C. Os produtos resultantes do EPS, são fisicamente estáveis, inodoros, podendo ser 100% reciclados e podem, com certeza, voltar a sua condição original de matéria prima.

Visando atender as necessidades de isolamento térmico tanto na construção civil, como em câmaras frias, o EPS deve se enquadrar em padrões estabelecidos pela NBR 11752 (ABNT, 2016) que trata sobre os materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial - Especificação, que determina as densidades, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Características exigíveis para o EPS de acordo com a NBR 11752.

Propriedades	Mét. De Ensaio	Unidade	Classe P			Classe F		
			I	II	III	I	II	III
Tipo de Material								
Massa específica aparente	NBR 11949	kgm ³	13-16	16-20	20-25	13-16	16-20	20-25
Resistência a compressão com 10% de deformação	NBR 8082	kPa	≥ 60	≥ 70	≥ 100	≥ 60	≥ 70	≥ 100
Resistência à flexão	ASTM C-203	kPa	≥ 150	≥ 190	≥ 240	≥ 150	≥ 190	≥ 240
Absorção de água Imersão em água	NBR 7973	g cm ⁻² x 100	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Permeabilidade ao vapor d'água	NBR 8081	ng Pa ⁻¹ . s.m	≤ 7	≤ 5	≤ 5	≤ 7	≤ 5	≤ 5
Coefficiente de condutividade Térmica a 23°C	NBR 12904	X (m.K) ⁻¹	0,042	0,039	0,037	0,042	0,039	0,037
Flamabilidade	NBR1948		Material não retardante à chama			Material retardante à chama		

Fonte: ABRAPEX, 2017.

Ainda, segundo SILVA (2018), o EPS apresenta baixa condutividade térmica, baixa absorção de água, baixo peso, resistência mecânica, facilidade de manuseio, versatilidade, resistência ao envelhecimento, absorção de choque e resistência à compressão. Tais características possibilitam o uso do material para preenchimento de rebaxos ou vazios necessários a vários processos construtivos, principalmente lajes e painéis pré-fabricados ou semi-industrializados e até mesmo a aplicação em obras de aterros em solos frágeis.

De acordo com o BNDES (2002), no processo de polimerização o estireno deve se apresentar com um índice de pureza maior que 99,6%, evitando a contaminação por outros elementos como o etilbenzeno, o cumeno e o xileno, principais agentes contaminantes do produto, capazes de alterar o peso molecular do poliestireno. Tal processo industrial para a produção de EPS pode ser realizada por polimerização em massa (processo comumente utilizado por indústrias de grande porte, no qual o material apresenta uma vazão elevada, alto grau de pureza e baixa carga de efluentes) ou por suspensão (processo antigo de polimerização, porém não usado em grande escala).

O produto conhecido nacionalmente como “ISOPOR®”, marca registrada pela empresa Knauf Isopor Ltda. pode ser considerado como um derivado do petróleo, uma vez que este é a matéria da qual se origina o estireno, seu principal composto do material. Em seu processo de expansão, adiciona-se um hidrocarboneto, denominado pentano, que pode ser

facilmente degradado pelo contato com raios solares sem prejudicar o meio ambiente (PAVESI, 2016).

2.2 UTILIZAÇÃO DO EPS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

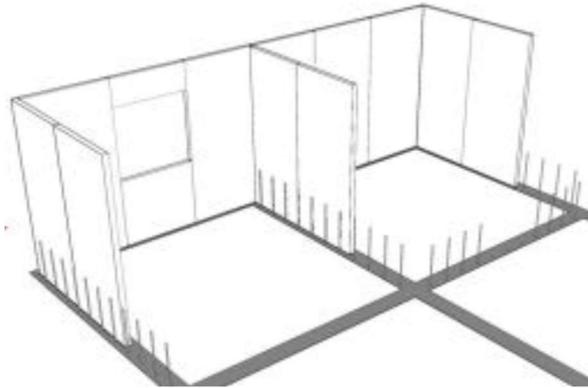
Os termoplásticos começaram a ser usados na década de 1930, por uma empresa alemã, a IG Farbenindustrie e com o avançar dos anos e a necessidade de aplicação de materiais ecológicos e recicláveis, se tornou indispensável (OLIVEIRA, 2013).

O sistema monolite é um método construtivo atual, definido como um eficaz isolante termo acústico, antissísmico e que permite realizar construções com vários pavimentos e diferentes projetos arquitetônicos, do mais simples ao mais complexo. Por apresentar um bom desempenho com isolamento, não somente térmico e acústico, mas também de impermeabilidade, este modelo leva em consideração o desempenho estrutural de seus componentes, tendo em vista que a edificação deve permanecer de pé e proporcionar a seus usuários e proprietários um conforto proveniente de seus elementos estruturais. Para atingir este objetivo a placa de EPS é envolvida por duas malhas de aço eletro soldadas, com espessura que pode variar de 34 a 63 mm de acordo com a necessidade do projeto (COSTA, 2019).

Para sua montagem, normalmente é usado o método construtivo do tipo radier, que é um tipo de fundação rasa, que abrange toda área da construção e transmite toda carga de maneira uniforme para o terreno, é basicamente uma laje de concreto armado com objetivo de proporcionar resistência estrutural e durabilidade. Dependendo do tipo de terreno, pode-se aderir outros tipos de fundação, como vigas sobre estacas ou sapata corrida e armada de acordo com o cálculo estrutural e gabarito da obra (MEDEIROS, 2017).

Após a execução da infraestrutura, são fixados na fundação barras de aço com diâmetro de 8 mm, tendo seu engastamento de pelo menos 10 cm e ancoragem de 30 cm nos painéis, espaçadas a cada 30 cm mantendo sempre uma no centro de cada painel (Figura 3).

Figura 3 – Disposição das barras e ancoragem dos painéis



Fonte: MEDEIROS, 2020.

O sistema monolite também permite a passagem de tubulações, instalações elétricas por sulcos criados nas placas para a acomodação de canos, as acomodações destes sistemas podem ser criadas pelos próprios profissionais, que farão o encaixe dos tubos e caixas correspondentes aos sistemas hidráulico e elétrico, previstos no projeto da obra e descritos em planta (BARRETO, 2017). A Figura 4, a seguir, demonstra como é a composição desses sistemas já executados.

Figura 4 – Tubulações para sistema hidráulico.



Fonte: PAREDES BETEL, 2020.

Para não comprometer a execução da obra, os painéis são numerados e identificados em projeto, evitando possíveis confusões na hora de montá-los e são instalados entre as duas malhas de aço, anteriormente posicionadas, ambas possuem saliências produzidas com arame para que ao receberem o segundo material possam aderi-lo com maior facilidade. O fato deste

processo ser realizado em cima do contrapiso previamente concluído, torna o canteiro mais limpo, o que ocasiona um controle maior dos materiais utilizados, deixando mais visível os possíveis defeitos advindos do manuseio das peças, fator que poderia passar despercebido em canteiros tradicionais e redução do tempo investido na limpeza e manutenção dos ambientes característicos da obra, fatores refletidos na qualidade e desenvolvimento do empreendimento (ALVES, 2015).

As escoras são posicionadas de maneira que permitam o manuseio para ajustes de alguns fatores como o prumo, que é tirado através de uma régua metálica colocada a aproximadamente 2 m de altura em relação ao piso (SILVEIRA, 2018).

Depois de posicionados os painéis de EPS, aplica-se a primeira camada do revestimento (Figura 5), composta por concreto e posteriormente argamassa, respeitando o tempo de cura necessário para cada etapa do cobrimento, seguindo especificações de cálculo e orientações necessárias de relação água/cimento. O revestimento, associado ao aço é o que garante rigidez as paredes e compreende a necessidade estrutural da construção (VECHIATO, 2017).

Figura 5 – Aplicação da primeira camada do revestimento nas paredes internas.



Fonte: Paredes Betel, 2020.

O cobrimento das placas deve ser executado manualmente ou por equipamento pneumático, com o objetivo de mitigar os danos causados pela vibração e garantir a qualidade de compactação, com duas ou três camadas, tendo cada uma delas uma espessura determinada. O reboco aplicado já sobre as placas reforçadas com telas de material metálico diminui alguns

problemas típicos da construção civil, as fissuras geradas pelos esforços mecânicos e térmicos é um dos fatores que são amenizados neste caso (LUEBLE, 2004).

As duas faces do painel devem ser revestidas de maneira que ambas passem pelo período de cura simultaneamente, em nenhuma hipótese esse processo deve ser realizado em qualquer face individualmente, isso pode ocasionar uma retração diferencial em uma ou ambas as partes. Os painéis podem ser construídos de maneira a se adequarem as necessidades do empreendimento, permitindo que haja flexibilidade no projeto, podendo sofrer modificações em seu núcleo, espessura e comprimento que pode chegar até 4 metros (ELIBIO, 2019).

2.2.1 ISOLAMENTO TERMOACÚSTICO

A vedação é um dos elementos mais almejados nas edificações, principalmente no que abrange fatores como isolamento térmico e acústico. Ambientes onde se consegue ter ruídos muito baixos, pouco frequentes e ou até mesmo inexistentes trazem mais conforto, mais privacidade e tornam-se mais atraentes não somente ao mercado imobiliário, como também aos de construção civil e econômico (DALBERTO, 2017).

As características compositivas da vedação sofreram alterações de acordo com a mudança de hábitos humanos, quanto mais conforto termo acústico se consegue obter em projetos, mais exigente se torna o público alvo e, a tendência causada por este fator é que profissionais busquem em cada empreendimento inovações em seus métodos de aplicação que envolvem desde o aprimoramento das técnicas, até a troca de material.

No Brasil ainda é predominante o uso de material cerâmico como isolante termo acústico em obras de concreto armado, embora existam outros métodos em desenvolvimento e expansão. A execução de projetos de isolamento térmico já passou por diversas modificações que incluem desde vedações realizadas com pedras, argila e blocos cerâmicos. Estas variações decorrem do intuito de obter maior conforto, bem como da busca por economia, tendo em vista que o valor dos terrenos aumenta exponencialmente na mesma proporção em que se diminuem as áreas disponíveis para a implantação de novos empreendimentos, principalmente e especialmente se tratando de grandes centros urbanos e lugares com um intenso adensamento populacional. Reduzir os custos e o tempo de execução de uma obra trazem benefícios diversos que independem da finalidade para a qual destina-se a edificação (RAMIRES, 2018).

Em comparação com o desempenho de blocos cerâmicos, a eficiência de isolamento termo acústico do poliestireno os supera em um terço, uma vez que para atingir um valor de Transmitância Térmica igual a $1,266 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, necessita-se de uma parede de alvenaria

composta por bloco cerâmico que tenha 280 mm de espessura, contra 25 mm para uma parede que tenha painéis de EPS em sua composição (BERTOLDI, 2007), sendo ambas revestidas por argamassa.

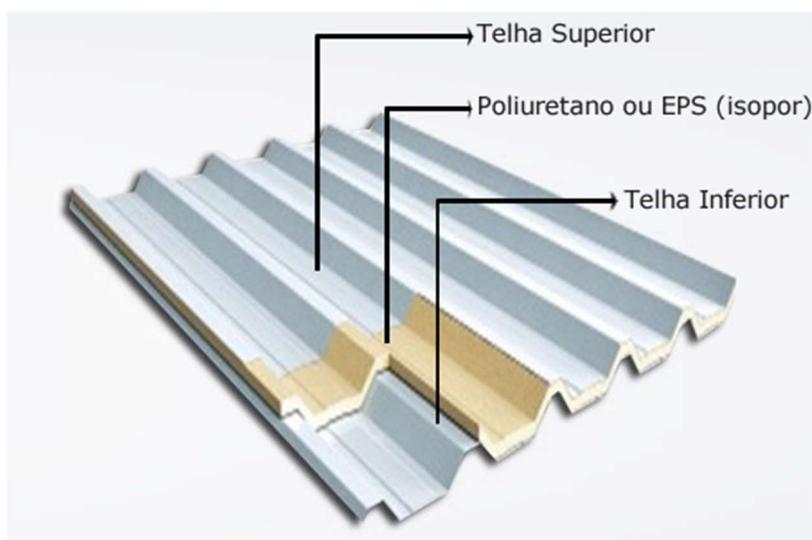
Uma das grandes preocupações em projetos deste tipo é que os materiais que compõem o sistema apresentem bom desempenho estrutural. Um método construtivo comum à aplicação de painéis de EPS é o monolite, um novo conceito construtivo classificado como leve, feito pelo modelo estrutural misto tipo sanduíche (SILVA, 2018).

A baixa condutividade térmica é proporcionada por sua estrutura de células fechadas e preenchidas por ar, que dificultam a passagem de calor, dando ao EPS a capacidade de isolar o ambiente termicamente. Segundo Fenilli (2008), a condutividade térmica do Isopor® é de $0,028 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{°C}^{-1}$ e por esse fator, a substituição de outros materiais pelo poliestireno visando a obtenção de isolamento térmico dispõe de um gasto energético menor para resfriar ou aquecer o ambiente.

O sistema de isolamento térmico utilizando EPS tem vantagens importantes, dentre elas podemos citar a economia de energia, que está ligada a temperatura do ambiente no interior, redução de peso das cargas permanentes da estrutura, uma menor variação de temperaturas que afeta as camadas interiores das paredes, diminuindo os riscos de patologias (SOUZA, 2009).

O poliestireno dispõe de uma característica de fácil flexibilidade, é fisicamente produzido de acordo com sua finalidade, como mostrado na Figura 6, facilitando o encaixe às outras peças do telhado em que será aplicado (SANTOS, 2008).

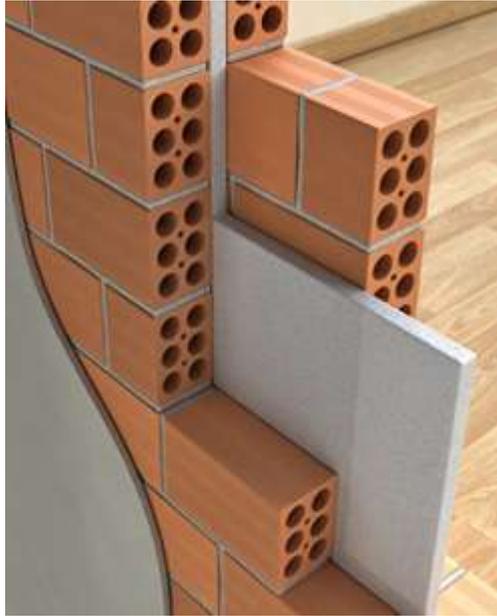
Figura 6 – Isolamento térmico com EPS em telhados.



Fonte: ISOBRATEC, 2019.

Algumas paredes das edificações tendem a superaquecer durante o dia, como no caso das paredes voltadas para o sol poente, esse aquecimento excessivo armazenado pelas paredes se propaga durante a noite, exigindo um gasto maior de energia para o resfriamento do ambiente, nestes casos, uma solução viável é isolar estas paredes com a aplicação de EPS em uma de suas camadas, como mostra a Figura 7 (MURARI, 2018).

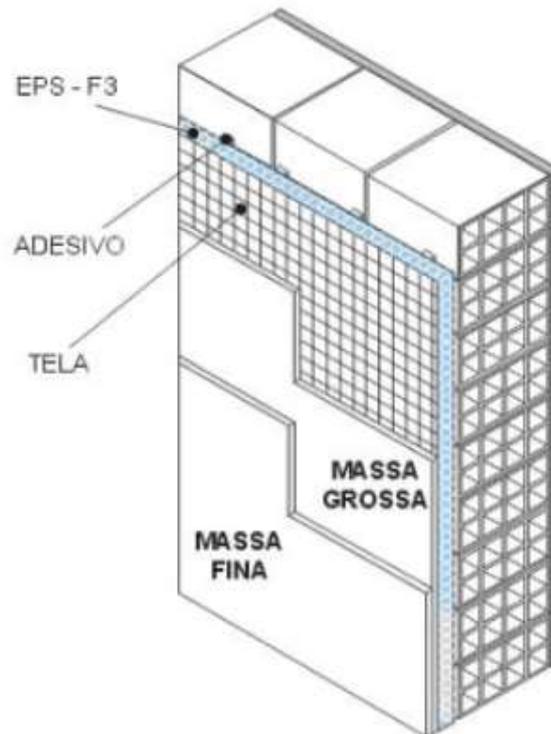
Figura 7 – Aplicação de EPS no isolamento térmico de paredes.



Fonte: ALLIANCE Representação Comercial, 2019.

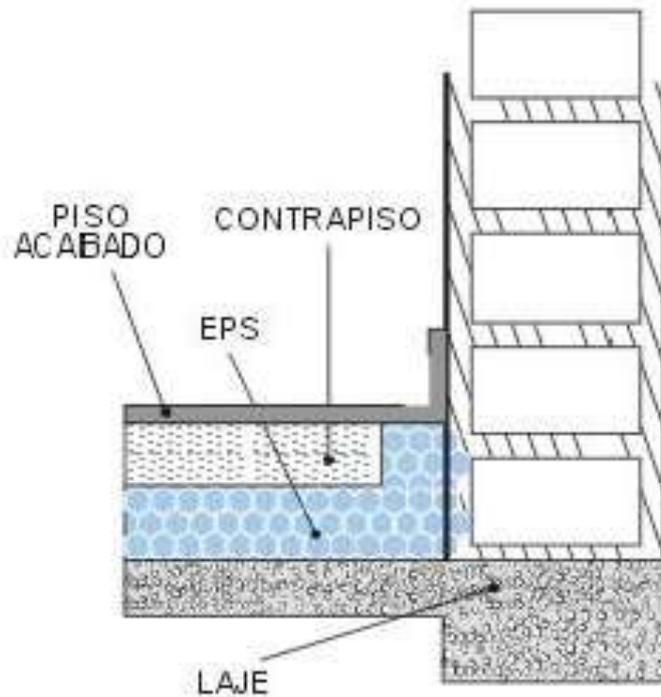
A Figura 8 mostra a execução de uma parede com uma placa de EPS em sua composição, o painel foi posicionado na parte externa, onde sua eficácia é maior. A placa de EPS pode ser aplicada diretamente nos tijolos através de adesivos à base de água e posteriormente receber as camadas de argamassa, correspondentes ao acabamento.

Figura 8 – Uso do EPS em paredes externas.



Fonte: ABRAPEX, 2019.

Não é incomum encontrarmos edifícios comerciais ou até mesmo residenciais com a aplicação de painéis de poliestireno expandido a fim de diminuir os ruídos e barulhos provocados pelos apartamentos ou salas que dividem a mesma parede ou mesmo teto que as instalações vizinhas. A Figura 9 ilustra um piso flutuante executado para atender as necessidades de isolamento acústico, neste caso, instala-se a placa sobre a laje com um filme de poliestireno e em seguida as camadas convencionais, como o contrapiso e acabamento (RAMIRES, 2018).

Figura 9 – Piso flutuante.

Fonte: ABRAPEX, 2019.

2.3 MÉTODO DE ALVENARIA CONVENCIONAL

Em qualquer edificação as alvenarias são de grande importância, pois além do seu uso e função de separar os cômodos, também emprega proteção e segurança. A alvenaria é executada com elementos que compõem as paredes de uma construção, sendo o tijolo de barro e blocos de cerâmica ou de concreto a base das alvenarias mais comuns (FLORES, 2018).

De acordo com Nascimento (2007), o método da alvenaria convencional refere-se a um sistema construtivo milenar, tendo como principal desempenho o empilhamento simples dos componentes escolhidos, como mostra a Figura 10, com finalidade de cumprir o destino planejado.

Figura 10 – Modulação e assentamento da primeira fiada.



Fonte: CONSTRUFACILRJ, 2019.

2.3.1 ALVENARIA COM BLOCOS DE CONCRETO

Os blocos de concreto são amplamente usados no Brasil, podendo ser de uso estrutural ou para vedação, não havendo diferença fisicamente entre ambos. Os blocos estruturais contêm paredes mais densas, oferecendo uma maior resistência aos esforços de compressão, logo, são usados para dar sustentação às construções. Dependendo da escolha do acabamento, os mesmos dispensam o uso do chapisco e emboço. Como os blocos são vazados, ele permite a passagem das tubulações hidráulicas e elétrica pelos furos, não necessitando quebrar as paredes e possibilitando a modulação. Com tudo isso, conclui-se que há uma redução no uso de fôrmas para concreto e no desperdício (SOUZA, 2009).

Na NBR 6136 (ABNT, 2006), é regulamentado os requisitos para blocos de alvenaria, sendo ou não estrutural. Os blocos são definidos por classes, sendo elas: A, B, C (blocos estruturais) e D (blocos de vedação), no qual as condições de qualidade são mostradas na Tabela 2. Na norma foram incluídas novas famílias que variam de acordo com as dimensões dos blocos, para um complemento das já existentes.

Tabela 2 – Requisito de qualidade para blocos de concreto.

Classe do Bloco	Resistência a mínima à compressão (MPA)	Absorção média do bloco (%)		Retração ¹ (%)
		Agregado normal	Agregado leve	
A	≥ 6,0			
B	≥ 4,0	≤ 10	≤ 13 (média)	≤ 0,0065
C	≥ 3,0		≥ 16 (individual)	
D	≥ 2,0			

¹Facultativo

Fonte: adaptado de ABNT, 2006.

A etapa de modulação dos blocos é muito importante na alvenaria, pois ela garante o ajuste das dimensões do pé direito e das dimensões das paredes em função das dimensões tabeladas dos blocos, evitando então cortes desperdícios de materiais. As dimensões dos blocos utilizados devem estar conforme as apresentadas na Tabela 3, contida na NBR 6136 (ABNT, 2006), que demonstra as famílias de blocos e as dimensões padronizadas das mesmas.

Tabela 3 – Dimensões padronizadas dos blocos de concreto para alvenaria estrutural.

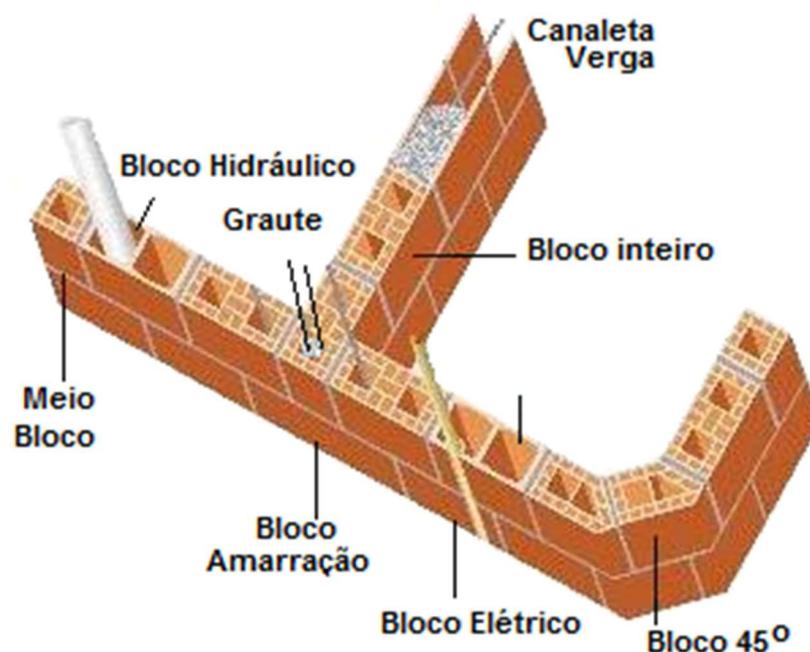
Dimensões nominais (cm)	Designação	Dimensões padronizadas (mm)		
		Largura	Altura	Comprimento
20 x 20 x 40	M-20	190	190	390
20 x 20 x 20		190	190	190
15 x 20 x 40	M-15	190	190	190
15 x 20 x 20		190	190	190

Fonte: adaptado de ABNT, 2006.

2.3.2 ALVENARIA COM BLOCOS CERÂMICOS

Os blocos cerâmicos, assim como o de concreto, é de grande uso no Brasil e também pode ser usado como estruturais ou de vedação. Sua produção é dada por conformação plástica de matéria prima argilosa, queimados a altas temperaturas, podendo conter ou não aditivos. Os furos são reproduzidos de forma retangulares, cilíndricos, prismáticas ou outros, sendo os mesmos perpendiculares as faces que os compõe, e quando usado para alvenaria de vedação, são dispostos especificamente na horizontal, podendo haver variações para utilização com furos na vertical. Quando usado para finalidade estrutural, os blocos são assentados com os furos na vertical. Na figura 11 podemos observar alguns tipos de blocos cerâmicos para uso estrutural (SOUZA, 2009).

Figura 11 – Tipos de blocos ceramicos estruturais.



Fonte: FKET, 2019.

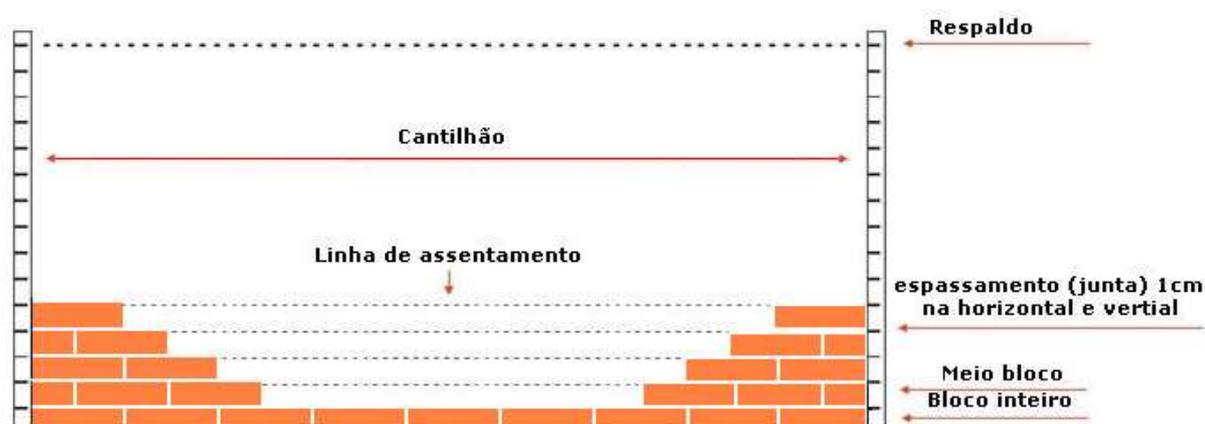
A resistência mecânica dos blocos é dada através de ensaios de compressão, onde as faces de contato dos blocos com os pratos de compressão são regularizadas por uma camada de argamassa, e em seguida são mergulhados em água para saturação. O mínimo valor que se deve obter precisa ser superior a 15 kgf cm^{-2} (SANTOS, 2013).

Os blocos cerâmicos de uso mais comum podem conter quatro, seis ou oito furos, que proporcionam paredes mais econômicas por contar com um custo inferior ao do maciço, e ainda

oferece maior rapidez na execução, contando com o fato de serem maiores e mais leves. O consumo de blocos cerâmicos por metro quadrado de alvenaria, é calculado pela forma de assentamento e também pelo tipo de bloco usado, da mesma maneira calcula-se o consumo da argamassa (ANDRADE, 2007).

Na execução da alvenaria, o projeto executivo deve ser seguido levando em consideração as posições e espessuras dos blocos. As fiadas vão sendo levantadas umas sobre as outras fazendo com que as juntas verticais não sejam contínuas. É importante que a alvenaria tenha o maior número possível de blocos inteiros, garantindo maior economia, eficiência e velocidade na execução, para isso, existe o estudo preliminar da disposição dos blocos. É recomendado o uso de escantilhão para garantir o alinhamento das juntas horizontais, e o prumo de pedreiro para alinhamento vertical. Na Figura 12 é possível observar o sequenciamento do assentamento da alvenaria (SOUZA, 2009).

Figura 12 – Elevação da alvenaria de blocos cerâmicos.



Fonte: FKET, 2019.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho foi baseado em um método quantitativo e qualitativo, em que foi apresentado a caracterização tecnológicas e de viabilidade econômica dos sistemas construtivos, para posterior comparação entre os mesmos.

Em busca de conhecimento, foram analisadas teses, dissertações e artigos científicos para ser utilizado como base no estudo. Para a comparação entre os procedimentos dos sistemas avaliados, em alvenaria convencional e o sistema monolítico, foi identificado todos os materiais e procedimentos para a execução de cada um dos elementos que irão compor as construções. Foram levantados dados para a descrição dos mesmos e posteriormente os resultados foram demonstrados por meio de gráficos e tabelas, para cada sistema construtivo para efeito de comparação.

Para a análise comparativa dos sistemas construtivos foi utilizado o projeto de uma residência construída, cedido pela empresa Paredes Betel, de Goianésia – GO, ou seja, a partir do projeto arquitetônico dessa casa (ANEXO A) foram levantados os custos dos métodos construtivos propostos no trabalho. A casa referência foi construída por meio do método convencional, e tem 91,08 m² de área de construída e 178,92 m² de área permeável, totalizando 270,00 m².

Para o estudo e compreensão dos dados foram realizadas algumas considerações importantes. Todos os custos, referente aos materiais e mão de obra, estão sendo aludidos em valores médios levantados na cidade de Goianésia- GO referente ao mês de janeiro de 2020.

Os projetos estruturais foram realizados conforme as normas vigentes:

NBR 7480 / 07 – Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado.

NBR 6122 / 19 – Projeto e execução de fundações.

NBR 6118 / 14 – Projeto de estruturas de concreto.

NBR 6120 / 19 – Carga para o cálculo de estrutura de edificações.

Com base nos conhecimentos técnicos, levantamentos quantitativos, visitas in loco e referências sobre a qualidade tecnológica, funcionalidade e eficácia, foram apresentados as vantagens e desvantagens dos sistemas construtivos estudados, e ainda, foi apontado o método que apresentou as melhores características técnicas e de viabilidade econômica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o resultado do estudo quantitativos dos materiais, foram evidenciados os respectivos valores para a realização das paredes e lajes em cada método construtivo, analisando através da comparação de preço de material e mão de obra, qual dos métodos tornaria a obra mais econômica.

4.1 ANÁLISE COMPARATIVA

Tendo em mãos o projeto arquitetônico e os complementares, e as informações de custos de ambos métodos, foi possível levantar a análise dos custos da execução e quantitativos dos materiais. Foi necessário o levantamento da área total de paredes já eliminando a área das portas e janelas, que se refere a 185,00 m².

Para o detalhamento de cada projeto foi considerado o levantamento de todo o material para a construção da fundação, estrutura, alvenaria, laje e todo o sistema elétrico, hidráulico e sanitário de cada um dos sistemas utilizados na análise comparativa.

As etapas dos sistemas construtivos foram separadas para melhor visualização e discussão das fases da construção. Na maioria delas houve convergência nos dois sistemas. Na Tabela 4 estão detalhados os serviços realizados e os respectivos valores de todas as etapas, em que ambos os sistemas não variaram no quantitativo. Para detalhes dos materiais, verificar Apêndice A.

Tabela 4 – Lista de materiais usados nos dois métodos.

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	SUBTOTAL (R\$)
1	SERVIÇOS PRELIMINARES	1.106,00
2	LAJES	3.770,00
3	ESQUADRIAS	5.814,85
4	SISTEMAS DE COBERTURA	7.433,19
5	SISTEMAS DE PISOS E REVESTIMENTO INTERNOS E EXTERNOS (PAVIMENTAÇÃO)	3.946,43
6	PINTURA	4.185,46
7	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	2.535,82
8	INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	2.340,16
9	LOUÇAS E PEÇAS	2.025,49
10	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2.106,77
11	SERVIÇOS FINAIS	200,00
		TOTAL: R\$ 35.464,17

Fonte: Próprio autor, 2020.

Essas etapas, caracterizadas na Tabela 4, tiveram um valor de custo em R\$ 35.464,17 no total, e mesmo tendo os valores iguais nessas etapas, é considerável ressaltar a praticidade e agilidade dos sistemas monolite nas etapas das instalações hidráulicas, sanitárias e elétricas que são executadas no início da obra, diferente do sistema convencional. O restante das etapas não sofreu alterações entre os sistemas, não mudaram a forma de execução nem o custo final.

As etapas de fundação e alvenaria foram as que houve divergência entre os sistemas analisados. Na tabela 5 podemos observar os materiais utilizados na execução da fundação e alvenaria referente ao método convencional. Nota-se que o maior custo da fundação é dado pelo alto consumo de ferragens, que seriam as treliças e as colunas usadas nas estacas e nas vigas baldrames.

Tabela 5 – Lista de materiais método convencional.

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID	QUANT	VALOR UNI (R\$)	VALOR (R\$)
1	FUNDAÇÃO E VIGAS BALDRAMES				
1.1	Coluna 10.0 mm 10 x 30	un	40,00	150,00	6.000,00
1.2	Cimento 50 kg	un	45,00	21,00	945,00
1.3	Arame recozido nº 14	un	12,00	10,00	120,00
1.4	Treliça tg8	un	15,00	22,00	330,00
1.5	Prego 17 x 27	kg	2,00	9,00	18,00
1.6	Arame recozido nº 18	un	3,00	10,00	30,00
1.7	Caminhão areia grossa	un	2,00	800,00	1.600,00
1.8	Caminhão de brita	un	1,00	850,00	850,00
1.9	Vedalit	un	16,00	5,00	80,00
1.10	Mão de obra	m ²	72,00	28,00	2.016,00
				Subtotal	11.989,00
2	ALVENARIA				
2.1	Tijolo furado	un	7.000,00	0,48	3.360,00
2.2	Cimento 50 kg	un	100,00	21,00	2.100,00
2.3	Prego 17 x 21	un	8,00	9,00	72,00
2.4	Arame recozido nº14	un	5,00	10,00	50,00
2.5	Treliça tg8 6m	un	15,00	22,00	330,00
2.6	Coluna 8 mm 10 x 30	un	25,00	90,00	2.250,00
2.7	Coluna 10.0 mm 10 x 30	un	25,00	150,00	3.750,00
2.8	Caminhão areia fina	un	3,00	800,00	2.400,00
2.9	Caminhão areia grossa	un	3,00	800,00	2.400,00
2.10	Mão de obra	m ²	72,00	150,00	10.800,00
				Subtotal	27.512,00
				VALOR TOTAL:	R\$ 39.501,00

Fonte: próprio autor, 2020.

A tabela 6 traz a descrição dos materiais usados na fundação e paredes pelo método monolite. A fundação desse método foi feita pelo sistema radier, visto que houve mudança na carga de projeto e não foi necessário o uso do mesmo tipo de fundação do método convencional. O custo das paredes em EPS é bem elevado por conta da sua mão de obra especializada, sendo destacado como o maior valor dentre as outras etapas.

Tabela 6 – Lista de materiais método monolite.

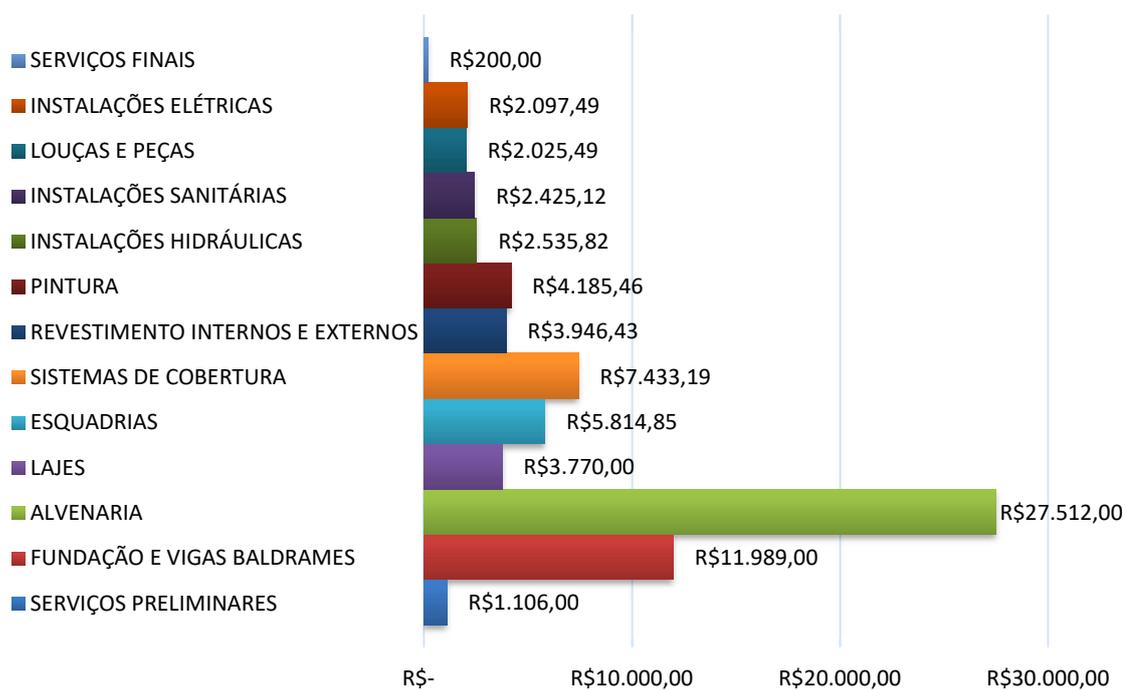
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID	QUANT	VALOR UNI (R\$)	VALOR (R\$)
1	FUNDAÇÃO (RADIER)				
1.1	Malha nervurada 3.4 2,45X6	m ²	10,00	100,00	1.000,00
1.2	Treliça tg8	un	20,00	21,00	420,00
1.3	Cimento 50 kg	un	40,00	21,00	840,00
1.4	Lona plastica preta	m	72,00	0,80	57,60
1.5	Caminhão areia grossa	un	1,00	800,00	800,00
1.6	Caminhão de brita	un	1,00	850,00	850,00
1.7	Mão de obra	um	1,00	1.500,00	1.500,00
				Subtotal	5.467,60
2	PAREDES MONOLITE				
2.1	Painéis de EPS Espandido p/ Cosntrução Civil - Tipo 5F Material Sem Retalho, Pantografado, Auto extingüível à chama (Classe F). Painéis com 15 cm de Espessura, revestido na tela gerdau. 15 x 15 3 (EPS 2,97 + 0,10 Trasn.). INSTALAÇÃO E REBOCO INCLUSO.	m ²	185,00	100,00	18.500,00
				Subtotal	18.500,00
				VALOR TOTAL:	R\$ 23.967,60

Fonte: Próprio autor, 2020.

No método monolite, mesmo sendo necessário uma mão de obra especializada para a execução da alvenaria, o custo dessa etapa foi mais baixo que no método convencional em pelo menos 32,76%. O mesmo aconteceu na etapa de fundação, onde foi apresentado uma redução de 54,39% no sistema monolite em relação ao convencional, e isso devido a mudança do tipo de fundação, já que não foi necessário o uso de toda a estrutura pra o método convencional.

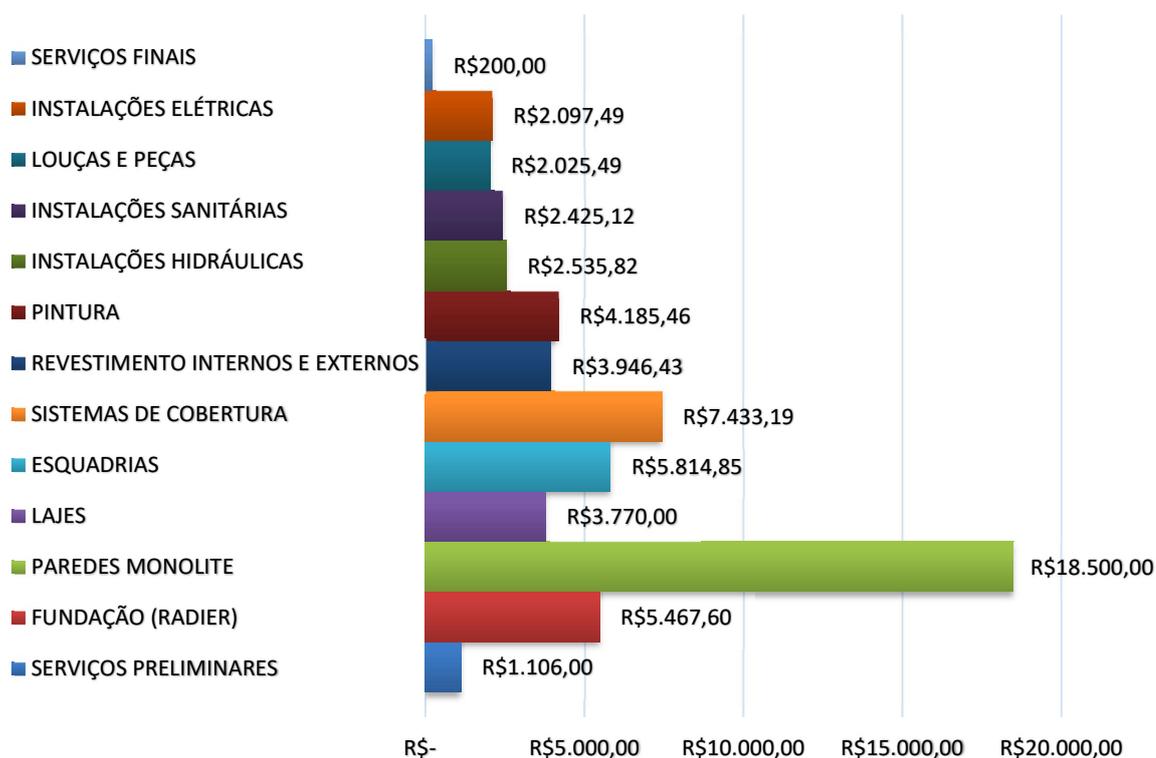
Como a estrutura do sistema monolítico é considerada leve, irá gerar uma economia na armação da fundação, utilizando então a fundação do tipo radier. Com a aplicação desse método, a ausência de várias etapas como, contra piso, vigas baldrames, fôrmas de madeira para concretagem, foram essenciais para essa diferença (TREVEJO, 2018).

As duas etapas que diferem o valor entre os sistemas construtivos, são as de maiores custos em relação as outras etapas da obra. O Gráfico 1 demonstra as etapas do sistema convencional e seus respectivos valores, obtendo o valor total da obra de R\$ 75.040,85. Onde a etapa de alvenaria apresentou 36,70% do custo total da obra, e a fundação 16%.

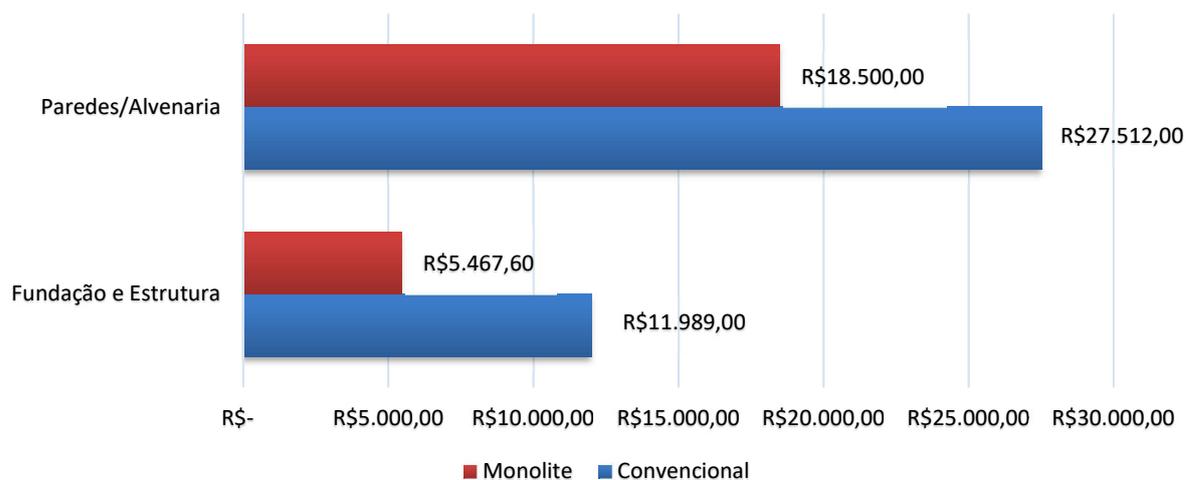
Gráfico 1 – Custos das etapas do sistema convencional.

No Gráfico 2 é possível comparar o custo de cada etapa do método monolite, onde o serviço completo de paredes atingiu 31,13% e a fundação 9,20% do valor total da obra, que foi de R\$ 59.507,45.

Gráfico 2 – Custos das etapas do sistema monolite.



No gráfico 3, observa-se a diferença de custo da fundação e da alvenaria/paredes entre os dois métodos analisados. É notável a economia gerada pelo sistema monolite, a diferença das etapas entre os sistemas soma-se em um valor total de R\$ 15.533,40. Garcia (2009), em sua pesquisa comparativa, também obteve uma diferença considerável entre os sistemas, justamente pela mudança da estrutura e por optar a troca da alvenaria pela parede em EPS, tendo também como mais econômico o método monolite.

Gráfico 3 – Diferença de custos entre os sistemas.

No planejamento do projeto e a partir das visitas em obras dos dois sistemas, foi feito um cronograma determinando as tarefas a serem realizadas e os dias gastos em cada uma delas. Na tabela 7, temos a demonstração do cronograma da obra realizada pelo método convencional, onde podemos conferir a duração de cada etapa a ser realizada. A obra foi executada em um total de 77 dias, sendo a alvenaria composta pelos itens 4 e 5, a etapa que ocupou a maior parte do cronograma, somado 32 dias para a execução da mesma.

Tabela 7 – Cronograma da obra para o método convencional.

ITEM	TAREFA	DATA DE INÍCIO	DURAÇÃO (DIAS)	DATA DE TÉRMINO
1	Serviços preliminares	13/01/2020	2	14/01/2020
2	Gabarito e locação da obra	15/01/2020	1	15/01/2020
3	Fundação vigas baldrames	16/01/2020	6	21/01/2020
4	Levantamento das paredes	22/01/2020	17	07/02/2020
5	Emboço e reboco	08/02/2020	15	22/02/2020
6	Montagem da laje	23/02/2020	4	26/02/2020
7	Concretagem da laje	27/02/2020	1	27/02/2020
8	Platibanda	28/02/2020	6	04/03/2020
9	Madeiramento e telhado	05/03/2020	4	08/03/2020
10	Piso	09/03/2020	7	15/03/2020
11	Pintura	16/03/2020	10	25/03/2020
12	Acabamento	26/03/2020	4	29/03/2020
TOTAL DE DIAS:			77	

Fonte: Próprio autor, 2020.

A tabela 8 apresenta o cronograma da obra realizada pelo método monolite, tempo médio verificado por meio de visitas técnicas, demonstrando a duração das etapas de cada procedimento, com datas de início e término. Nesse sistema, as etapas 4 e 5 duraram 17 dias

para serem executadas. Empregando esse método, o tempo de construção teria um total de 57 dias.

Tabela 8 – Cronograma da obra para o método monolite.

ITEM	TAREFA	DATA SUPOSTA DE INÍCIO	DURAÇÃO (DIAS)	DATA SUPOSTA DE TÉRMINO
1	Serviços preliminares	13/01/2020	2	14/01/2020
2	Gabarito e locação da obra	15/01/2020	1	15/01/2020
3	Fundação radier	16/01/2020	4	19/01/2020
4	Levantamento das paredes	20/01/2020	5	24/01/2020
5	Emboço e reboco	25/01/2020	12	05/02/2020
6	Montagem da laje	06/02/2020	4	09/02/2020
7	Concretagem da laje	10/02/2020	1	10/02/2020
8	Platibanda	11/02/2020	3	13/02/2020
9	Madeiramento e telhado	14/02/2020	4	17/02/2020
10	Piso	18/02/2020	7	24/02/2020
11	Pintura	25/02/2020	10	05/03/2020
12	Acabamento	06/03/2020	4	09/03/2020
TOTAL DE DIAS:			57	

Fonte: Próprio autor, 2020.

A obra construída pelo método monolite teria 20 dias a menos de execução do que pelo método convencional. Isso devido principalmente a rapidez na montagem das paredes no método monolite, pois apenas nesta etapa obteve-se um adiantamento de 12 dias.

5 CONCLUSÃO

Inicialmente, através de pesquisas e comparações, pôde-se observar que o método construtivo monolite apresentou vantagens relacionadas ao custo, que foi mais baixo pelo menos 36% que o método convencional, isso já incluso a mão de obra de ambos sistemas. A rapidez na execução do fechamento de paredes de vedação também foi uma das principais vantagens, sendo a etapa que houve maior diferença de duração, tendo uma diferença de 12 dias a menos do método convencional. Levando em consideração todo o cronograma, o sistema monolite proporcionou um adiantamento de 16% em relação ao sistema convencional.

Foram observados ainda, por meio dos estudos referenciados na pesquisa bibliográfica outros aspectos vantajosos do sistema monolítico, como em se apresentar como um método com excelente poder isolante termoacústico, oferece baixa absorção de água, permitindo que a cura do concreto seja melhor e mais rápida.

No presente estudo de caso foi constatada que seria mais vantajosa economicamente a realização do método monolítico. Porém, vale ressaltar que o estudo de caso foi exclusivo para esse tipo de projeto residencial, podendo ou não ser favorável para a construção de outros projetos, devendo levar em conta a área construída, o tipo de solo, as cargas aplicadas e a quantidade de pavimentos, identificando assim as vantagens e desvantagens do projeto.

Como sugestão para estudos futuros poderia ser feito uma avaliação do ciclo de vida do poliestireno expandido, até mesmo a comparação com o método convencional. Outra sugestão de estudo é a viabilidade econômica para casas construídas em regiões de calor intenso, como no caso do extremo norte e nordeste do país, utilizando o método construtivo monolite e, levando em consideração o conforto térmico proporcionado pelo sistema monolítico em relação às residências executadas com alvenaria, o método se apresenta eficaz em tais condições climáticas, gerando uma economia financeira em sistema de resfriamento além de reduzir o desconforto gerado pelo calor excessivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAPEX. Associação Brasileira do Poliestireno Expandido. O que é EPS, set. 2019. Disponível em: <<http://www.abrapex.com.br/01OqueeEPS.html>>. Acesso em: 20 set. 2019.

ALVES, J. P. O. Sistema construtivo em painéis de eps. 2015. 73 f. Artigo (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Católica de Brasília, Brasília 2015.

ANDRADE, S. T. A influência das características dos revestimentos na resistência à compressão de paredinhas de alvenaria de blocos cerâmicos de vedação. 2007. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife 2007.

BARRETO, M. N. Edifício residencial em painéis monolíticos de poliestireno expandido. 2017. 132 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal 2017.

BERTINI, A. A. Estruturas tipo sanduíche com placas de argamassa projetada. 2002. 209 f. Tese (Doutor em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo 2002.

BERTOLDI, R. H. Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis. 2007. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2007.

COSTA, L. F. T. Casa de eps: análise do uso dos painéis monolíticos de poliestireno expandido em construções residenciais. 2019. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Centro Universitário Cesmac, Maceió 2019.

DALBERTO, E. Análise comparativa de isolamento térmico entre lajes pré-moldadas e laje painel treliçada com a utilização de tabelas cerâmicas e blocos de poliestireno expandido (eps) para fins de conforto térmico. 2017. 108 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade do Vale do Taquari, Lajeado 2017.

ELIBIO, B. A. Análise comparativa entre sistemas construtivos: Alvenaria estrutural e paredes de eps. 2019. 100 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça 2019.

FENILLI, R. J. Sistemas termoisolantes: tipos, finalidades e aplicação. Revista Climatização e Refrigeração. Editora Nova Técnica, ISSN 1678-6866, Jun 2008, São Paulo, SP, 2008.

FLORES, K. B. Alvenaria convencional x alvenaria estrutural: vantagens e desvantagens. 2018. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade de Cuiabá, Cuiabá 2018.

GARCIA, R. C. Método construtivo monolite: um estudo de caso comparativo de custos com o método convencional específico em uma casa em Camaçari/BA. 2009. 45 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Católica do Salvador, Salvador 2009.

LUEBLE, A. R. C. P. Construção de habitações com painéis de eps e argamassa armada. São Paulo: UNERJ, 2004.

MEDEIROS, G. A. N. Avaliação de paredes sanduíche em argamassa armada com núcleo de eps. 2017. 98 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa 2017.

MONTENEGRO, R. S. P.; SERFATY, M. E. Aspectos gerais do poliestireno - RJ. Rio de Janeiro, BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social), 2002, 125p.

MURARI, A. R. Avaliação do desempenho termoacústico de painéis de vedação vertical em wood frame. Estudo de caso: habitação unifamiliar em São Carlos - SP. 2018. 135 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) – Universidade de São Paulo, São Carlos 2018.

NASCIMENTO, A. M. A segurança do trabalho nas edificações em alvenaria estrutural: um estudo comparativo. 2007. 88 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria 2007.

OLIVEIRA, L. S. Reaproveitamento de resíduos de poliestireno expandido (isopor) em compósitos cimentícios. 2013. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de São João del-Rei, São João Del Rei 2013.

PAVESI, D. Estudo comparativo dos sistemas construtivos light steel frame e de placas monolíticas de poliestireno expandido aplicados à construção de habitações de interesse social. 2016. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville 2016.

RAMIRES, M. R. A viabilidade da utilização do poliestireno expandido na construção civil. 2018. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, Bauru 2018.

SANTOS, E. B. Estudo comparativo de viabilidade entre alvenaria de blocos cerâmicos e paredes de concreto moldadas no local com fôrmas metálicas em habitações populares. 2013. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão 2013.

SANTOS, R. D. Estudo térmico e de materiais de um compósito a base de gesso e eps para construção de casas populares. 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal 2008.

SILVA, F. H. Demonstração do sistema construtivo em painéis monolíticos de eps. 2018. 20 f. Artigo (Bacharel em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Maringá, Maringá 2018.

SOUZA, A. C. A. G. Análise comparativa de custos de alternativas tecnológicas para construção de habitações populares. 2009. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Pernambuco, Recife 2009.

SILVEIRA, G. V. V. Proposta de caderno de encargos para utilização do sistema construtivo monolítico em painéis de eps na execução de habitações de interesse social. 2018. 73 f. Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis 2018.

SIQUEIRA, L. L. O eps como elemento construtivo sustentável na construção civil. 2018. 29 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Cuiabá, Rondonópolis 2018.

SIQUEIRA, T. E. Análise de desempenho e custos de sistema de vedação em eps. 2017. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco 2017.

TESSARI, J. Utilização de poliestireno expandido e potencial de aproveitamento de seus resíduos na construção civil. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2006.

TREVEJO, H. H. Análise comparativa entre sistemas construtivos convencional e monolítico em painéis eps para residências unifamiliares. Artigo (Bacharel em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Maringá, Maringá 2018.

VECHIATO, A. M. V. Estudo de métodos construtivos inovadores com poliestireno expandido. 2017. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão 2017.

APÊNDICE A – Lista de materiais.

Tabela 1 - Lista de materiais usados nos dois métodos.

(continua)

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID	QUANT	VALOR UNI (R\$)	VALOR (R\$)
1	SERVIÇOS PRELIMINARES				
1.1	Kit Saneago	un	1,00	340,00	340,00
1.2	Kit de energia elétrica	un	1,00	750,00	750,00
1.3	Placa de identificação obra da caixa	un	1,00	16,00	16,00
				Subtotal	1.106,00
2	LAJES				
2.1	Montagem e concretagem de laje (incluso todos os materiais utilizados)	m ²	65,00	58,00	3.770,00
				Subtotal	3.770,00
3	ESQUADRIAS				
3.1	PORTAS DE MADEIRA				
3.1.1	Porta de madeira 0,70	un	2,00	120,00	240,00
3.1.2	Porta envernizada 2,10x 0,80	un	3,00	114,90	344,70
3.1.3	Verniz mogno	un	1,00	68,00	68,00
3.1.5	Portal 0,80x12	un	5,00	150,00	750,00
3.1.6	Parafuso	un	60,00	0,37	22,20
				Subtotal	1.424,90
3.2	FERRAGENS E ACESSÓRIOS				
3.2.1	Fechadura Soprano	un	5,00	39,99	199,95
3.2.2	Dobradiça de aço	un	5,00	10,00	50,00
				Subtotal	249,95
3.3	Portão				
3.3.1	Portão metálico	un	1,00	1.180,00	1.180,00
				Subtotal	1.180,00
3.4	VIDROS				
3.4.1	Vidros das portas e janelas	un	1,00	2.600,00	2.600,00
				Subtotal	2.600,00
3.5	SOLEIRAS				
3.5.1	Soleira 2,04X14	un	1,00	50,00	50,00
3.5.2	Soleira 1,74X15	un	1,00	60,00	60,00
3.5.3	Soleira 1,54x14	un	2,00	50,00	100,00

(continuação)

3.5.4	Soleira 1,74x14	un	1,00	50,00	50,00
3.5.5	Soleira 0,64x15	un	2,00	50,00	100,00
				Subtotal	360,00
4	SISTEMAS DE COBERTURA				
4.1	Telha de concreto cinza natural	un	700,00	2,70	1.890,00
4.2	Celote cumeeira	un	30,00	8,00	240,00
4.3	Vigas 5,5x14	un	14,00	63,29	886,04
4.4	Vigas 3,5x14	un	5,00	40,12	200,60
4.5	Vigas 5,0x14	un	4,00	57,60	230,40
4.6	Vigas 6,5x2,0	un	2,00	116,50	233,00
4.7	Vigas 3,5x2,0	un	1,00	62,00	62,00
4.8	Caibro 4,5	un	18,00	12,92	232,53
4.9	Caibro 7,0	un	13,00	20,15	262,00
4.10	Caibro 5,5	un	15,00	15,84	237,60
4.11	Beiral 6,0	un	1,00	27,00	27,00
4.12	Beiral 3,0	un	3,00	13,50	40,50
4.13	Beiral 5,5	un	1,00	24,84	24,84
4.14	Caibro 7,0	un	2,00	18,14	36,28
4.15	Caibro 4,5	un	2,00	11,66	23,33
4.16	Beiral 4,5	un	1,00	18,23	18,23
4.17	Viga 3,5x14	un	1,00	36,29	36,29
4.18	Tábua 2,0 x 30	un	2,00	18,47	36,94
4.19	Prego	kg	4,00	10,80	43,20
4.20	Parafuso	un	14,00	0,87	12,22
4.21	Ruela	un	14,00	0,18	2,52
4.22	Porca	un	14,00	0,18	2,52
4.23	Viga 3,5x20	un	1,00	63,00	63,00
4.24	Viga 2,0x14	un	4,00	23,04	92,16
4.25	Mão de obra	un	1,00	2.500,00	2.500,00
				Subtotal	7.433,19
5	SISTEMAS DE PISOS E REVESTIMENTO INTERNOS E EXTERNOS (PAVIMENTAÇÃO)				
5.1	Piso 34x60 Nimbus (2,10 CX)	un	75,60	13,49	1.019,84
5.2	Piso 61x61 Oxford (2,23 CX)	un	75,82	17,99	1.364,00
5.3	Piso 34x60 Avila (2,10 CX)	un	10,50	16,20	170,10

(continuação)

5.4	Piso 32x62 (2,00 CX)	un	6,00	17,09	102,54
5.5	Piso 34x60 STAR 2,10 CX	un	6,30	16,20	102,06
5.6	Soleira 154x15	un	1,00	50,00	50,00
5.7	Soleira 154x14	un	3,00	50,00	150,00
5.8	Soleira 204x14	un	1,00	75,00	75,00
5.9	Soleira 64x15	un	3,00	25,00	75,00
5.11	Rejunte Platina	kg	32,00	3,59	114,88
5.12	Argamassa 20 kg	un	40,00	16,20	648,00
5.13	Veda plast.	l	10,00	7,50	75,00
				Subtotal	3.946,43
6	PINTURA				
6.1	Tinta Leinertex Branco gelo	un	5,00	133,33	666,65
6.2	Tinta Leinertex palha	un	2,00	133,33	266,66
6.3	Esmalte sintético cinza escuro	un	1,00	61,11	61,11
6.5	Neutrol 18 litros	un	1,00	255,57	255,57
6.6	Massa corrida	un	6,00	30,00	180,00
6.7	Fita crepe 48mmx50mt	un	3,00	8,00	24,00
6.8	Lixa massa 180 GR	un	25,00	0,75	18,75
6.9	Lixa massa 120 GR	un	50,00	0,75	37,50
6.10	Selador 18 LT	un	2,00	55,00	110,00
6.11	Trincha 395/5	un	2,00	5,00	10,00
6.12	Trincha 395/4	un	2,00	5,00	10,00
6.13	Rolo antigota 23 cm	un	1,00	18,00	18,00
6.14	Rolo extra 23 cm	un	1,00	40,00	40,00
6.15	Verniz Mogno	un	1,00	67,50	67,50
6.16	Thinner 900 ml	un	1,00	9,72	9,72
6.17	Aguarras Mazza 900 ml	un	2,00	12,00	24,00
6.18	Textura 25 kg areia	un	6,00	75,00	450,00
6.19	Rolo textura	un	1,00	36,00	36,00
6.20	Mão de obra	un	1,00	1.900,00	1.900,00
				Subtotal	4.185,46
7	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS				
7.1	Adaptador AA flange	un	2,00	9,00	18,00
7.2	Adaptador c flange	un	1,00	16,20	16,20

(continuação)

7.3	Adaptador curto	un	6,00	0,70	4,20
7.4	Adaptador soldável curto	un	2,00	1,00	2,00
7.5	Adesivo PVC	un	1,00	39,00	39,00
7.6	Caixa d'água 500 L	un	1,00	176,25	176,25
7.7	Caixa de gordura	un	1,00	41,00	41,00
7.8	Caixa de passagem	un	2,00	66,00	132,00
7.9	Caixa sifonada 100x100x50	un	4,00	10,00	40,00
7.10	Caixa Sifonada 150x150x50	un	2,00	18,00	36,00
7.11	Curva soldável 90x25 m	un	1,00	2,25	2,25
7.12	Fita vedarosca	un	1,00	7,02	7,02
7.13	Joelho 90	un	5,00	5,00	25,00
7.14	Joelho 90x50	un	3,00	1,53	4,59
7.15	Joelho esgoto 90	un	2,00	0,80	1,60
7.16	Joelho esgoto 90 100mm	un	6,00	6,00	36,00
7.17	Joelho esgoto 90 40mm	un	10,00	1,00	10,00
7.18	Joelho soldável LR latão 25	un	1,00	3,51	3,51
7.19	Joelho soldável 90 25mm	un	15,00	0,80	12,00
7.20	Junção esgoto 40	un	1,00	1,35	1,35
7.21	Luva LR LATÃO	un	2,00	3,15	6,30
7.22	Luva roscável 3/4	un	1,00	1,08	1,08
7.23	Luva soldável	un	2,00	1,50	3,00
7.24	Red. excêntrica esgoto 100x75 mm	un	1,00	5,50	5,50
7.25	Redução 50x40	un	4,00	1,70	6,80
7.26	Redução 75x50	un	1,00	4,05	4,05
7.27	Redutor 100x75	un	1,00	4,95	4,95
7.28	Registro gaveta	un	2,00	60,00	120,00
7.29	Registro gaveta 3/4	un	4,00	40,50	162,00
7.30	Sifão	un	3,00	7,00	21,00
7.31	Tê esgoto 100 mm	un	3,00	8,50	25,50
7.32	Tê esgoto 40 mm	un	3,00	1,55	4,65
7.33	Tê esgoto 50 mm	un	1,00	4,50	4,50
7.34	Tê esgoto redução 100x50mm	un	1,00	7,04	7,04
7.35	Tê LR 25x1/2	un	3,00	4,95	14,85
7.36	Tê redução 100x50	un	3,00	8,91	26,73

(continuação)

7.37	Tê soldável 25 mm	un	8,00	1,00	8,00
7.38	Tê LLR	un	3,00	4,50	13,50
7.39	Torneira Pia	un	1,00	60,00	60,00
7.40	Torneira PVC	un	2,00	8,00	16,00
7.41	Tubo 75 mm	un	1,00	36,90	36,90
7.42	Tubo esgoto 100	un	30,00	8,80	264,00
7.43	Tubo esgoto 40	un	12,00	4,00	48,00
7.44	Tubo esgoto 50	un	3,00	5,50	16,50
7.45	Tubo soldável 25 mm	un	48,00	2,50	120,00
7.46	Tubo soldável 50 mm	un	3,00	9,00	27,00
7.47	Mão de obra	un	1,00	900,00	900,00
				Subtotal	2.535,82
8	INSTALAÇÕES SANITÁRIAS				
8.1	Joelho 90x100	un	2,00	3,59	7,18
8.2	Tê redução 100x50	un	2,00	8,91	17,82
8.3	Tê 50mm	un	2,00	4,50	9,00
8.4	Joelho 90x50	un	8,00	1,53	12,24
8.5	Joelho 90x40	un	9,00	0,81	7,29
8.6	Tubo 40mm	un	1,00	16,47	16,47
8.7	Tubo 50mm	un	1,00	25,52	25,52
8.8	Redução 50x40	un	1,00	1,53	1,53
8.9	Caixa sifonada 100x50	un	2,00	8,01	16,02
8.10	Caixa sifonada 150x50	un	2,00	17,55	35,10
8.11	Caixa de inspeção	un	3,00	39,60	118,80
8.12	Prolongador caixa de inspeção	un	3,00	19,80	59,40
8.13	Fita veda rosca	un	1,00	3,60	3,60
8.14	Tê esgoto	un	1,00	12,60	12,60
8.15	Redução esgoto	un	1,00	6,30	6,30
8.16	Joelho soldável	un	44,00	0,90	39,60
8.17	Tê soldável	un	24,00	0,90	21,60
8.24	Adaptador 25x3/4	un	1,00	11,70	11,70
8.25	Adaptador 50x1/2	un	1,00	25,20	25,20
8.26	Adaptador 25x3/4	un	12,00	0,90	10,80
8.27	Luva soldável	un	6,00	5,85	35,10

(continuação)

8.28	Tubo esgoto 100 mm	un	6,00	42,00	252,00
8.29	Adesivo plástico	un	1,00	13,49	13,49
8.30	Fita vedarosca 18x50	un	1,00	7,02	7,02
8.31	Tubo soldável 25 mm	un	10,00	12,60	126,00
8.32	Tubo soldável 50 mm	un	1,00	43,00	43,00
8.34	Tê Sold 50x25 mm	un	1,00	4,50	4,50
8.35	Caixa sifonada 150x150x50	un	1,00	18,00	18,00
8.36	Registro pressão 1416 CS33 3/4	un	2,00	42,30	84,60
8.37	Registro gaveta 1509 CS33 3/4	un	4,00	58,50	234,00
8.38	Adaptador Flange	un	1,00	13,95	13,95
8.39	Caixa gordura	un	1,00	60,61	60,61
8.41	Registro esfera 50	un	1,00	16,00	16,00
8.43	Adaptador Flange 25x3/4	un	1,00	7,19	7,19
8.44	Tubo esgoto 40mm	un	1,00	17,00	17,00
8.45	Tubo esgoto 50 mm	un	1,00	26,00	26,00
8.50	Tê 40 mm	un	1,00	1,62	1,62
8.51	Tê 100 mm	un	2,00	8,91	17,82
8.52	Cap esgoto 100 mm	un	1,00	4,49	4,49
8.54	Mão de obra	un	1,00	900,00	900,00
				Subtotal	2.340,16
9	LOUÇAS E PEÇAS				
9.1	Vaso branco	un	2,00	61,92	123,84
9.2	Anel vedação	un	2,00	4,05	8,10
9.3	Engate	un	5,00	1,65	8,24
9.4	Torneira Ferrara	un	2,00	115,00	230,00
9.5	Flexível ducha	un	2,00	25,00	50,00
9.6	Torneira cozinha	un	1,00	65,00	65,00
9.7	Adesivo silicone	un	2,00	13,00	26,00
9.8	Ducha maxi	un	2,00	45,00	90,00
9.9	Braço chuveiro	un	2,00	8,00	16,00
9.10	Veda rosca	un	1,00	14,00	14,00
9.11	Válvula p/ tanque	un	2,00	5,00	10,00
9.12	Suporte p/ tanque	un	2,00	20,00	40,00
9.13	Pia cuba	un	1,00	420,45	420,45

(continuação)

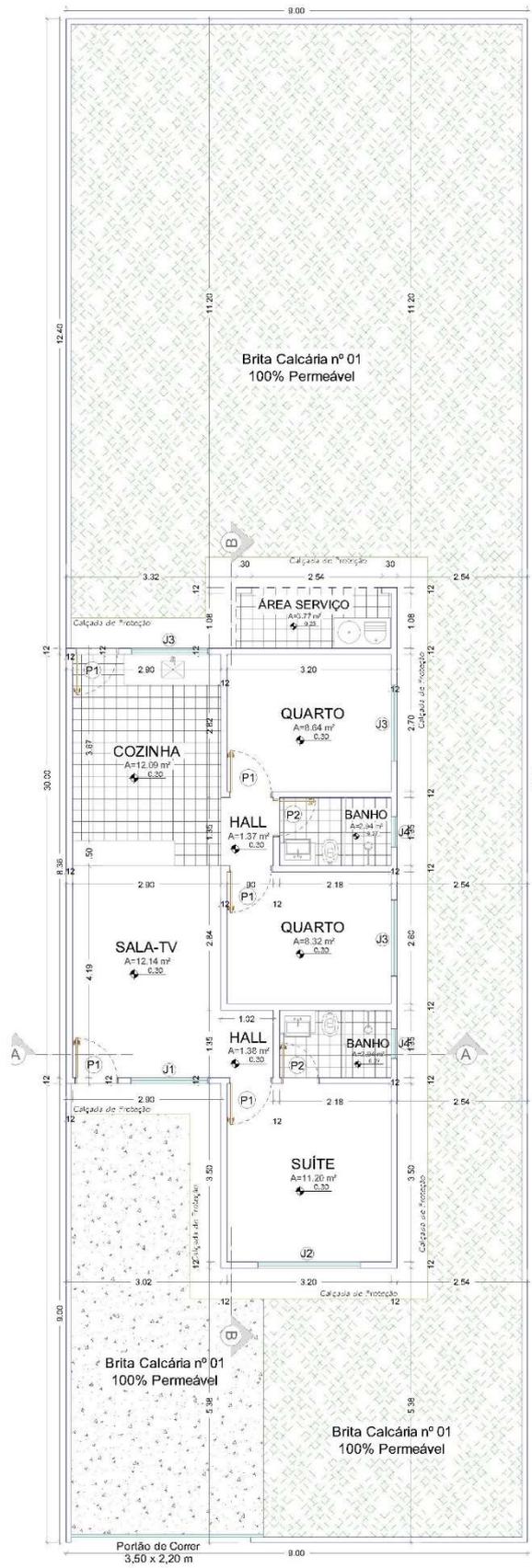
9.14	Válvula americana	un	1,00	123,86	123,86
9.15	Lavatório	un	2,00	200,00	400,00
9.16	Balcão	un	1,00	400,00	400,00
				Subtotal	2.025,49
10	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS				
10.1	Broxa retangular ATLAS	un	1,00	11,11	11,11
10.2	Bucha 5-6	un	10,00	0,40	4,00
10.3	Cabo flexível 1,5 mm	un	2,00	59,93	119,86
10.4	Cabo flexível 2,5 mm	un	2,00	100,30	200,60
10.5	Caixa de luz 4x4	un	10,00	3,88	38,80
10.6	Caixinha	un	42,00	1,80	75,60
10.7	Conector haste aterramento	un	1,00	2,12	2,12
10.8	Disjuntor 1P curva B	un	1,00	9,00	9,00
10.9	Disjuntor 25A	un	1,00	8,50	8,50
10.10	Engaste 60 cm	un	1,00	6,00	6,00
10.11	Fita isolante	un	1,00	5,88	5,88
10.12	Haste aterramento cobre	un	1,00	9,53	9,53
10.13	Interruptor 1 tecla	un	5,00	7,00	35,00
10.14	Interruptor 1 tecla paralela	un	2,00	7,86	15,72
10.16	Interruptor 1 tecla simples e tomada	un	2,00	10,20	20,40
10.17	Interruptor 2 tecla simples	un	2,00	10,88	21,76
10.18	Interruptor 3 teclas	un	1,00	14,00	14,00
10.19	Lâmpada led	un	16,00	12,00	192,00
10.20	Mangueira	un	1,00	50,00	50,00
10.21	Mangueira 3/4	un	50,00	0,90	45,00
10.22	Mangueira corrugada 3/4	un	50,00	0,96	48,00
10.23	Parafuso 3-6	un	10,00	0,40	4,00
10.24	Placa 4x2	un	4,00	5,00	20,00
10.25	Placa p/ 1	un	2,00	5,00	10,00
10.26	Quadro de distribuição 8 elementos	un	1,00	32,00	32,00
10.27	Soquete comum	un	1,00	5,00	5,00
10.28	Tomada 2p+t 10A	un	33,00	5,53	182,49
10.29	Tomada dupla	un	2,00	10,20	20,40
10.30	Mão de obra	un	1,00	900,00	900,00

(continuação)

				Subtotal	2.106,77
11	SERVIÇOS FINAIS				
11.1	Limpeza geral	un	1,00	200,00	200,00
				Subtotal	200,00
				VALOR TOTAL:	R\$ 35.464,17

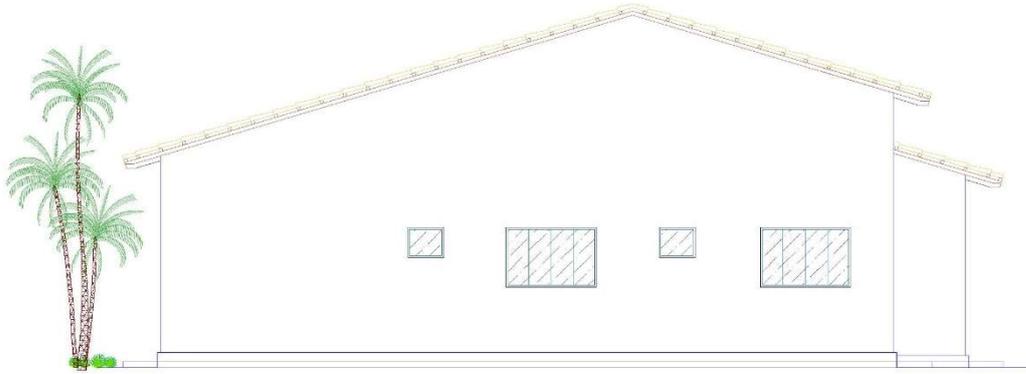
Fonte: Próprio autor, 2020.

ANEXO A – Projeto Arquitetônico, planta baixa.

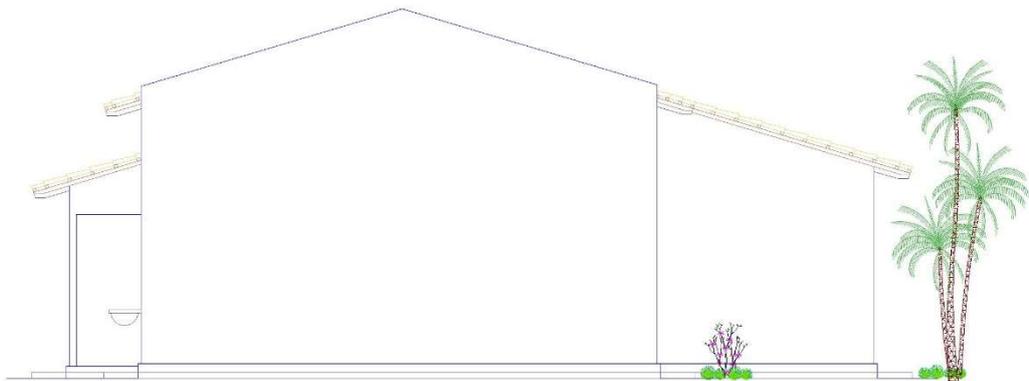


Planta baixa

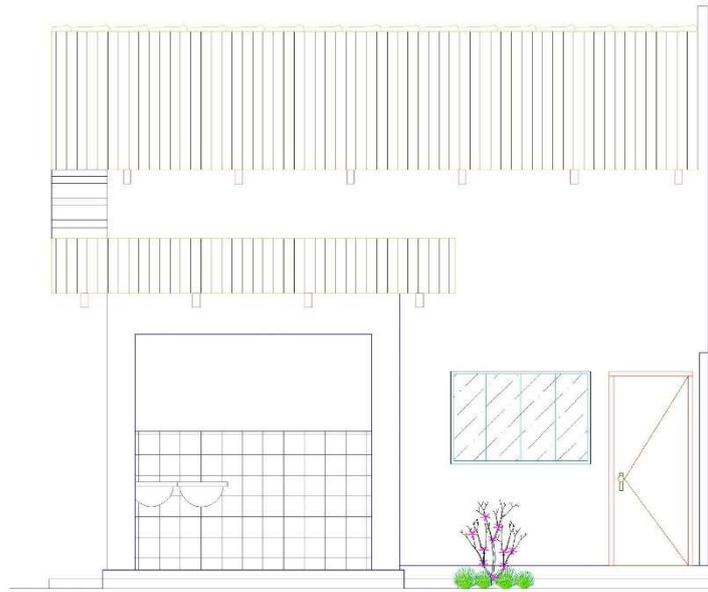
ANEXO C – Projeto Arquitetônico, vistas.



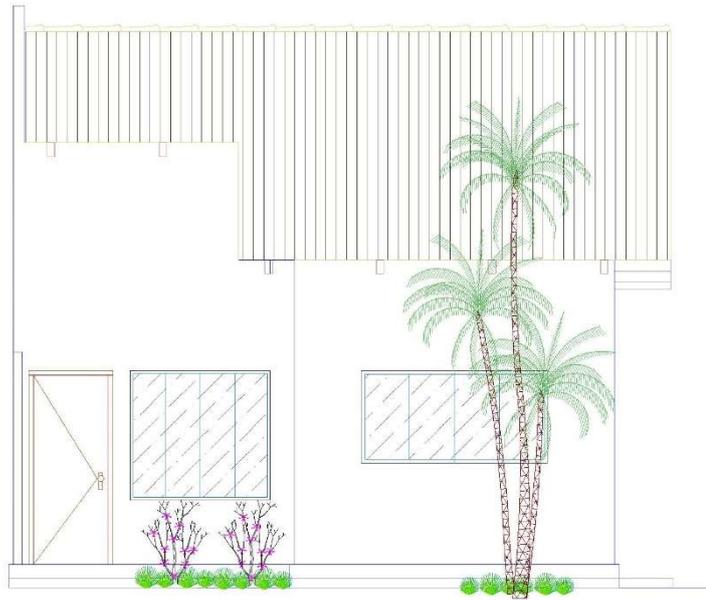
Fachada Lateral Esquerda



Fachada Lateral Direita



Fachada Posterior



Fachada Principal