

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - *CAMPUS* AVANÇADO PIUMHI
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

Bruno Henrique Ramos Oliveira

**SISTEMAS DE ALVENARIA: MONOLÍTICO EM EPS *VERSUS* CONVENCIONAL –
ANÁLISE COMPARATIVA**

Piumhi – Minas Gerais

2021

Bruno Henrique Ramos Oliveira

**SISTEMAS DE ALVENARIA: MONOLÍTICO EM EPS *VERSUS* CONVENCIONAL –
ANÁLISE COMPARATIVA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado ao Instituto Federal de Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais como requisito parcial
para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Civil.

Orientador: Professor Me. Thiago Pastre Pereira

Piumhi – Minas Gerais

2021

O48s Oliveira, Bruno Henrique Ramos.
 Sistemas de alvenaria : monolítico em EPS versus
 convencional - análise comparativa [manuscrito] / Bruno
 Henrique Ramos Oliveira. – 2021.
 121 f. : il.

 Orientador: Thiago Pastre Pereira.
 Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado) – Instituto
 Federal Minas Gerais. *Campus Avançado Piumhi*, 2021.

 1. Construção civil - processos. 2. Sistemas de alvenaria. 3.
 Alvenaria convencional. 4. Alvenaria – sistema Monolite. I.
 Pereira, Thiago Pastre. II. Instituto Federal de Minas Gerais.
 Campus Avançado Piumhi. III. Título.

CDD 693.1

Catálogo: Andreia Cristina Damasceno - CRB-6/1974

Bruno Henrique Ramos Oliveira

**SISTEMAS DE ALVENARIA: MONOLÍTICO EM EPS *VERSUS* CONVENCIONAL –
ANÁLISE COMPARATIVA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado ao Instituto Federal de Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais como requisito
parcial para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Aprovado em: 12/07/2021 pela banca examinadora:

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado eletronicamente por **Thiago Pastre Pereira, Professor**, em 23/07/2021, às 16:19, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Stella Maria Gomes Tome, Professora**, em 23/07/2021, às 16:28, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Humberto Coelho de Melo, Professor**, em 23/07/2021, às 16:30, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Thais de Oliveira Azevedo, Professora Substituta**, em 26/07/2021, às 07:50, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Junior Henrique Canaval, Professor**, em 26/07/2021, às 11:34, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **0904851** e o código CRC **2077EB15**.

AGRADECIMENTOS

Aos meus amigos, familiares e namorada, por todo o apoio e pela ajuda, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

A todos da empresa Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos, pelo fornecimento de dados e materiais que foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa que possibilitou a realização deste trabalho.

À instituição de ensino IFMG *Campus* Avançado Piumhi, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso.

RESUMO

A busca por novos métodos construtivos é uma saída para a evolução da construção civil. Assim, um estudo de caso em que se comparam diferentes sistemas se mostra uma boa ferramenta para disseminar tecnologias não usuais. O objetivo deste trabalho é analisar, caracterizar e comparar os sistemas construtivos em painel monolítico e alvenaria convencional, levando em conta suas vantagens e desvantagens, quando utilizados como alvenaria de vedação. Na elaboração deste trabalho, foi realizada uma revisão narrativa da literatura nacional sobre o tema proposto; a partir de então realizou-se uma comparação dos sistemas baseada nas suas vantagens e desvantagens perante características como tempo de execução, estanqueidade, sustentabilidade, resistência mecânica e desempenho termoacústico, levando em consideração as recomendações de normas técnicas. O surgimento de novos sistemas construtivos se dá pela busca de processos mais eficientes, que tenham resultados melhorados se tratando, por exemplo: do tempo de execução, custos, desperdícios, segurança, conforto e durabilidade. Assim, observa-se a crescente busca pela industrialização do setor da construção civil, principalmente por empresas de grande porte. Contudo, é notável a resistência (aversão) à utilização de novos sistemas construtivos, devido a familiaridade da mão de obra com os métodos convencionais.

Palavras-chave: Processos construtivos; Sistemas de alvenaria; Alvenaria convencional; *Monolite* como sistema de alvenaria.

ABSTRACT

The search for new construction methods is an alternative for the evolution of civil construction. Therefore, a case study in which different systems are compared proves to be a good tool for disseminating unusual technologies. The objective of this work is to analyze, characterize and compare the constructive systems in monolithic panel and conventional masonry, considering their advantages and disadvantages, when used as sealing masonry. In the elaboration of the work, a narrative review of the national literature on the proposed theme was carried out, after that, a comparison of the systems was made based on their advantages and disadvantages in relation to characteristics such as execution time, sealing, mechanical resistance and thermo-acoustic performance, considering the recommendations of technical standards. The appearance of new constructive systems is due to the search for more efficient processes, which have improved results in terms of, for example: execution time, costs, wastes, safety, comfort and durability. Therefore, there is a rising search for industrialization in the civil construction sector, especially by large companies. However, the resistance (aversion) to the use of new construction systems is remarkable, due to the familiarity of the labor with conventional methods.

Keywords: Constructive processes; Masonry systems; Conventional frame and masonry; Monolithic as a masonry system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Composição Convencional.....	20
Figura 2 – Composição Alvenaria	21
Figura 3 – Etapas Revestimento	23
Figura 4 - Locação de Paredes.....	25
Figura 5 - Alvenaria de Cutelo	26
Figura 6 - Alvenaria de Meia Vez	26
Figura 7 - Alvenaria de Uma Vez.....	27
Figura 8 - Alvenaria de Uma Vez e Meia.....	27
Figura 9 - Juntas de amarração	28
Figura 10 - Juntas a prumo	28
Figura 11 - Verga e contraverga.....	29
Figura 12 - Encunhamento	30
Figura 13 - Tela metálica galvanizada.....	31
Figura 14 - Ferro cabelo	31
Figura 15 - Execução de rasgos para o embutimento de tubulações	32
Figura 16– Composição do painel.....	34
Figura 17– Treliça do painel.....	37
Figura 18 – Direção de montagem	40
Figura 19– Perímetro fechado	40
Figura 20– Linha de painéis com perpendiculares	41
Figura 21 – Painel montado no solo	41
Figura 22 – Grampeador pneumático	42
Figura 23 – Escoramento.....	42
Figura 24 – Reforço em L.....	43
Figura 25 – Reforço em U	44
Figura 26 – Reforço diagonal	44
Figura 27 – Painel com reforços no solo	45
Figura 28 – Painel sendo erguido	46
Figura 29 – Painel escorado.....	46
Figura 30 – Soprador térmico.....	47
Figura 31 – Instalações hidráulicas e elétricas	47
Figura 32 – Projeção da Argamassa	48

Figura 33 - Zoneamento bioclimático brasileiro	59
Figura 34 - Projeto arquitetônico da residência em painéis em EPS e alvenaria de tijolos cerâmicos.	63
Figura 35 - Temperatura interna das paredes frontais com painel EPS e em nas alturas 0,8 m, 1,4 m e 2,2 m.	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características exigíveis para o EPS Isopor®	35
Tabela 2 - Reforços.....	45
Tabela 3 - Carga das Alvenarias.....	51
Tabela 4 - Produtividade Obras 327,20 m ²	55
Tabela 5 - Produtividade Obras 477,00 m ²	55
Tabela 6 - Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação externa	57
Tabela 7 - Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de verão	58
Tabela 8 - Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de inverno.....	58
Tabela 9 -Transmitância e capacidade térmica para alguns sistemas de paredes.....	60
Tabela 10 - Diferenças entre temperaturas (° C) internas de alvenaria em tijolos cerâmicos e painéis EPS na parede frontal nas alturas 0,8 m, 1,4 m e 2,2 m.....	64
Tabela 11 - Comparações das espessuras das placas em EPS com alvenaria de bloco cerâmico para uma mesma transmistância térmica	65
Tabela 12 - Valores mínimos de diferença padronizada de nível ponderada (DnT,w).....	66
Tabela 13 - Valores de resistência (Rw) médios	66
Tabela 14 - Valores de resistência mecânica dos blocos.....	71
Tabela 15 - Vantagens e desvantagens (convencional x monolite).....	72

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	GERAL	15
2.2	ESPECÍFICOS	15
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1	A CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL	16
3.1.1	Sustentabilidade na Construção civil	16
3.1.2	Industrialização da Construção Civil	17
3.1.3	Racionalização da Construção Civil	18
3.2	SISTEMAS CONSTRUTIVOS	19
3.2.1	Sistema construtivo em Alvenaria Convencional	19
3.2.1.1	Composição do Sistema de Alvenaria Convencional	20
3.2.1.1.1	Materiais componentes dos blocos em alvenaria de vedação	21
3.2.1.1.2	Estruturas em Concreto Armado	22
3.2.1.1.3	Revestimento.....	22
3.2.1.1.3.1	Chapisco	23
3.2.1.1.3.2	Emboço.....	23
3.2.1.1.3.3	Reboco	24
3.2.1.2	Processo Executivo	24
3.2.1.2.1	Marcação.....	24
3.2.1.2.2	Assentamento	25
3.2.1.2.3	Juntas de Assentamento	27
3.2.1.2.4	Vergas e contravergas	28
3.2.1.2.5	Encunhamento.....	29
3.2.1.2.6	Ligação entre alvenarias e pilares	30
3.2.1.2.7	Instalações Hidráulicas e Elétricas.....	32
3.2.2	Sistema <i>Monolite</i>	33
3.2.2.1	Composição do Pannel.....	33
3.2.2.1.1	Poliestireno Expandido	34
3.2.2.1.2	Processo de fabricação do poliestireno expandido	35
3.2.2.1.3	Malha de aço	36
3.2.2.2	Processo de Fabricação do pannel <i>Monolite</i>	36

3.2.2.3	Argamassa estrutural utilizada no sistema <i>monolite</i>	37
3.2.2.4	Execução do sistema <i>Monolite</i>	38
3.2.2.4.1	Montagem dos Painéis	39
3.2.2.4.2	Instalações hidráulicas e elétricas	46
3.2.2.4.3	Revestimento.....	47
4	METODOLOGIA	49
5	DESENVOLVIMENTO	51
5.1	VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA DE ALVENARIA CONVENCIONAL	51
5.2	VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA <i>MONOLITE</i>	52
5.2.1	Comportamento ao fogo.....	53
5.3	TEMPO DE EXECUÇÃO DOS SISTEMAS.....	54
5.4	ESTANQUEIDADE	56
5.5	SUSTENTABILIDADE	56
5.6	DESEMPENHO TERMOACÚSTICO	57
5.6.1	Desempenho Térmico	57
5.6.2	Desempenho Acústico.....	65
5.7	NORMATIVAS	67
5.8	RESISTÊNCIA MECÂNICA.....	69
5.8.1	Resistência mecânica do Sistema em Painéis Monolíticos	69
5.8.1.1	Resultado do ensaio de impacto de corpo mole e duro.....	69
5.8.1.2	Ensaio de ações transmitidas por portas	70
5.8.1.3	Ensaio de ações de cargas suspensas	70
5.8.1.4	Ensaio de aderência à tração	70
5.8.1.5	Ensaio de resistência à compressão	70
5.8.2	Resistência mecânica do Sistema Convencional	71
5.9	RESUMO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS ANALISADAS DE AMBOS OS SISTEMAS	72
6	CONCLUSÕES	73
	REFERÊNCIAS	76
	APÊNDICE A – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO VISITA TÉCNICA	86
	ANEXO A – RELATÓRIO DE ENSAIO DE CORPO MOLE E DURO.....	90
	ANEXO B – RELATÓRIO DE ENSAIO DE AÇÕES TRANSMITIDAS POR PORTAS	98

ANEXO C – RELATÓRIO DE ENSAIO DE AÇÕES DE CARGAS SUSPENSAS	106
ANEXO D – RELATÓRIO E ADERÊNCIA A TRAÇÃO	111
ANEXO E – RELATÓRIO DE ENSAIO DE RESISTÊNCIA	115

1 INTRODUÇÃO

A construção civil no Brasil, apesar de possuir uma grande representação econômica, é considerada atrasada quando comparada a outros setores industrializados (REIS *et al.*, 2015). Dessa forma, a realidade da construção civil no país “instiga a necessidade por processos inteligentes e soluções para a diminuição dos problemas relacionados aos processos de produção, execução e entrega das obras (PAVESI; PFUTZENREUTER, 2017)”. Por conseguinte, uma das alternativas para inovação do setor da construção civil, é a disseminação de novos métodos, com alto grau de industrialização, para a construção de alvenarias.

O sistema de alvenaria convencional, o qual é constituído por elementos cerâmicos, aliado às estruturas de concreto armado, é o mais disseminado no território brasileiro (BERTOLDI, 2007). É um sistema no qual a alvenaria não possui função estrutural, mas sim de vedação, ou seja, de fechamento e separação de ambientes. Sendo assim, as alvenarias geralmente são cortadas para a passagem de tubulações hidráulicas e eletrodutos, apresentando um alto potencial de geração resíduos e desperdício materiais.

Como aponta Cassar (2018), a alvenaria convencional de blocos cerâmicos é um dos sistemas construtivos mais utilizados no país, para vedação interna e externa. Os materiais utilizados neste sistema têm um bom desempenho térmico-acústico, são de baixo custo, resistentes e facilmente encontrados no mercado. Este é um dos motivos que, na maioria das vezes, os construtores optam pela utilização de métodos tradicionais. Outro motivo é a facilidade de se encontrar mão de obra barata para execução desses sistemas.

Um bom exemplo para a inovação dos sistemas construtivos é o sistema monolítico. Neste sistema, o principal componente é o painel monolítico (um material industrializado). Segundo Honório e Murilha (2020), atualmente a necessidade do mercado faz com que este tipo de sistema construtivo seja vantajoso, quando comparado aos sistemas convencionais. Isso porque apresenta algumas características como: a rapidez na execução, qualidade, sustentabilidade, competitividade, conforto termoacústico, impermeabilidade, altíssima resistência e fácil transporte.

No sistema monolítico, o painel é composto por uma placa de isopor (de espessura variável) e uma malha de aço eletro soldada em cada lado. Este último componente cumpre a função de armadura. Para consolidação da placa, é aplicada uma camada de argamassa em suas duas faces, quando os painéis já estão interligados e dispostos em sua posição final na construção. Essa aplicação pode ser feita conforme o modo convencional de emboçamento ou por meio do jateamento sob pressão (BERTINI, 2002).

De acordo com Souza (2009), quando comparado com o sistema convencional, o sistema monolítico apresenta ainda a vantagem significativa na execução das instalações hidráulicas e elétricas. Essas instalações são feitas após o aprumo das paredes, através do derretimento do isopor, o que minimiza os desperdícios e reduz a mão de obra necessária. Segundo o autor, o sistema destaca-se também pela leveza, por ser constituído de poliestireno (EPS) e telas de aço. Com isso, facilita o manuseio, aplicação e gera um alívio de cargas às fundações.

Como afirma Bertoldi (2007), o sistema monolítico pode ser utilizado na elaboração de projetos dos mais simples aos mais complexo e pode ser executado de forma a exercer função de vedação, ou estrutural para edifícios de até quatro pavimentos. Para alturas maiores utilizam-se painéis duplos, onde, em seu interior são utilizadas armaduras estruturais adicionais.

Barreto (2017) destaca “a dificuldade de encontrar informações em bibliografias sobre o sistema construtivo, bem como normas de padronização do sistema construtivo” para o monolite. Dessa forma, se faz necessário o estudo do sistema para destacar as vantagens e desvantagens do mesmo, assim como da alvenaria convencional, tornando possível a escolha do sistema construtivo mais adequado para as necessidades e características da construção, não utilizando apenas o que é “convencional” e “comum”, por falta de conhecimento sobre outras opções.

Tendo em vista o tema e sua importância, será realizado um estudo comparando a utilização do sistema de alvenaria convencional e o sistema monolítico no que tange as vantagens e desvantagens de ambos, quando executados na função de alvenaria de vedação. Com os comparativos levantados, será possível uma análise e discussão da viabilidade resultante da substituição da alvenaria convencional pelo método que utiliza placas de *monolite*.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Caracterizar o sistema de alvenaria convencional e o sistema de painéis *monolite*. Realizar a comparação de ambos e destacar suas vantagens e desvantagens, quando utilizados como alvenaria de vedação.

2.2 Específicos

- Comparar características de estanqueidade dos sistemas apresentados;
- Comparar a característica de sustentabilidade dos sistemas apresentados (alvenaria convencional *versus monolite*);
- Comparar a característica de desempenho térmico e acústico, tanto na alvenaria convencional quanto no monolite
- Comparar a característica de produtividade em ambos os sistemas;
- Comparar a característica de resistência mecânica dos sistemas apresentados (alvenaria convencional *versus monolite*);
- Comparar a existência de normativas para as alvenarias deste trabalho.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A Construção Civil no Brasil

“A Construção Civil é integrada por uma série de atividades com diferentes graus de complexidade, ligadas entre si por uma vasta diversificação de produtos, com processos tecnológicos variados, vinculando-se a diferentes tipos de demanda” (MELLO; AMORIM; BANDEIRA, 2009). Uma das características da construção civil é a heterogeneidade, visto que, abriga desde indústrias de mais alta tecnologia, até microempresas de serviços com baixo conteúdo tecnológico.

Segundo Vieira e Nogueira (2018), este setor é considerado um dos mais importantes setores produtivos existentes em um país pois além de promover o desenvolvimento, é responsável também pela geração de empregos e de renda. “O desenvolvimento e a capacidade de produção do país estão relacionados diretamente com o crescimento desse setor” (FIRJAN, 2020).

A indústria da construção civil é um setor econômico do Brasil, que está em constante desenvolvimento e tem - cada vez mais - investido em inovação, novos métodos construtivos e tecnologias para melhor atender o mercado (ALVES, 2015). Dessa forma, busca-se conhecer e estudar sistemas e processos construtivos que possam substituir ou serem empregados juntamente com os processos utilizados em grande escala na construção civil, visando a economia e a sustentabilidade.

3.1.1 Sustentabilidade na Construção civil

A sustentabilidade tem sido um assunto abordado a nível mundial e aumentou-se a preocupação com o equilíbrio ambiental do planeta e a sua preservação, nas últimas décadas. A busca por soluções sustentáveis, em todos os aspectos têm sido mais exploradas. Infelizmente, a construção civil continua sendo um grande gerador de resíduos, visto que toda edificação gera entulhos que causam variados problemas ambientais e sociais (LORDÊLO; *et al.*, 2007). Além disso, processos de produção e/ou prospecção de matérias primas desprendem muita energia, custo e outros impactos ambientais negativos.

Segundo Simão (2014) a transformação no setor da construção civil:

“Exige mudanças em termos de regulamentação, mercado, precificação de produtos e insumos e mensuração de lucros e perdas. Essas mudanças se tornarão realidade na medida em que passarmos a encarar os desafios da cadeia produtiva da construção não mais sob uma lógica de custos, mas de oportunidades.”

Assim sendo, “a construção civil é potencialmente uma das atividades que poderá desempenhar um papel estratégico para o crescimento e a sustentabilidade econômica do Brasil” (SIMÃO, 2014).

A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) apresenta diversos princípios básicos da construção sustentável, dentre os quais destacam-se:

- Aproveitamento de condições naturais locais;
- Utilização do mínimo do terreno e integração ao ambiente natural;
- Não provocar ou reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem-estar;
- Qualidade ambiental interna e externa;
- Adaptação das necessidades atuais e futuras dos usuários;
- Uso de matérias-primas que contribuam com a ecoeficiência do processo;
- Redução do consumo energético;
- Redução do consumo de água;
- Redução, reutilização, reciclagem e disposição correta dos resíduos sólidos;
- Introdução de inovações tecnológicas sempre que possível e viável;
- Educação ambiental: conscientização dos envolvidos no processo.

Dessa forma, na construção civil, uma solução sustentável pode ser, por exemplo, utilização de materiais que ocasionem menores impactos ambientais. Essa possibilidade consiste tanto no processo de produção quanto em sua utilização, por meio da redução na geração de resíduos tornando sua utilização economicamente favorável (SANTOS, REIS e SILVA, 2020).

3.1.2 Industrialização da Construção Civil

A humanidade, desde a antiguidade, busca formas de otimizar as atividades produtivas as quais executa. Assim surgiu a industrialização, ou seja, o aperfeiçoamento de uma atividade com a finalidade de que esta seja executada com maior produtividade e de forma contínua, utilizando-se procedimentos e técnicas que resulte em uma maior velocidade e custos menores ao processo (MORAES e LIMA, 2009).

Segundo Moraes e Lima (2009), a industrialização da construção civil surgiu devido a necessidade de se construir edifícios em menores prazos e sem grande capital inicial, como ocorreu nos países destruídos durante a Primeira Guerra Mundial. Os processos utilizados

na Construção Civil para sanar essas necessidades são chamados de Processos Construtivos Industrializados.

“Não existe embutido no conceito de industrialização, a exigência de que para evoluir, obrigatoriamente, uma empresa tenha de alterar os seus processos construtivos. Tem, sim que organizá-los. Em outras palavras: a industrialização não é um processo associado a saltos tecnológicos ou a mudanças operacionais radicais. Ela é essencialmente um processo contínuo de organização da atividade produtiva” (SABBATINI, 1998).

A Construção Industrializada é caracterizada pela velocidade de execução e a qualidade do produto. O termo “Construção Industrializada” surgiu da pré-fabricação, em indústrias especializadas de alta tecnologia e no canteiro, através do processo de execução de elementos da obra, dividido em módulos. De acordo Moraes e Lima (2009) “As etapas, que são executadas em outro local, são transferidas para o canteiro de obras, podendo ser executadas com maior rigor e com mão de obra especializada e treinada”.

3.1.3 Racionalização da Construção Civil

Moura e Sá (2013) afirmam que “a racionalização, na construção, estuda os processos de transformação, fluxo e valor, visando ao aperfeiçoamento de determinada atividade”. Em outras palavras: analisa os processos existentes, aponta possíveis fragilidades, elimina o tempo de espera, reduz o estoque intermediário e efetivamente introduz medidas de melhoria para acelerar a produção.

De acordo com Sabbatini (1989) a racionalização da construção “é concebida como um processo complexo, de fundamental importância para a atividade construtiva, com reflexos sociais e econômicos importantíssimos na sociedade”. Ainda segundo o autor, os objetivos da racionalização e da industrialização se confundem, visto que ambos são processos que buscam o aperfeiçoamento da atividade construtiva.

A racionalização trata-se de uma ferramenta da industrialização. Empreendedores buscam industrializar a atividade construtiva por meio da empregabilidade de técnicas de racionalização (SABBATINI, 1989). Logo, devido à grande quantidade de resíduos sólidos gerados e o impacto ao meio ambiente, a racionalização mostrou-se um dos fatores mais importantes para o sucesso da indústria da construção, uma vez que evita muitos desperdícios.

Por conseguinte, observando o atual cenário da construção civil, em que o mercado é dominado pela concorrência e os recursos limitados (principalmente a mão de obra), o uso da racionalização das atividades produtivas é de extrema importância para propiciar o sucesso do empreendimento. Dessa forma, este, será um ambiente de trabalho seguro, baseado em

estratégias, com menor consumo de recursos, custos mais favoráveis e maior produtividade e qualidade (MOURA e DE SÁ, 2013).

3.2 Sistemas construtivos

Segundo Sabbatini (1989), sistema construtivo trata-se de 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”.

Os processos construtivos são modos organizados e bem definidos de se construir um edifício, e podem ser divididos em três grupos (TARRALI, 1984 *apud* SABBATINI, 1989):

- Tradicionais - Baseados na produção artesanal, uso intensivo de mão de obra, baixa mecanização, elevados desperdícios de mão de obra, material e tempo, dispersão e subjetividade nas decisões, descontinuidade e fragmentação da obra;
- Racionalizados - técnicas organizacionais utilizadas nas indústrias manufatureiras, empregadas na construção sem que disto resultem mudanças radicais nos métodos de produção;
- Industrializados - Utiliza-se preponderantemente as técnicas industriais de produção, transporte e montagem.

Para determinar qual sistema construtivo utilizar deve-se levar em conta alguns fatores como a disponibilidade de materiais e mão de obra, a geração de resíduos pela utilização e desempenho do sistema, o custo e a finalidade da construção. A NBR 15575 (ABNT, 2013) apresenta características de uma edificação, como conforto, segurança estrutural e contra incêndio, estabilidade, vida útil, que são indispensáveis para o consumidor. Dessa forma, o sistema construtivo deve ser avaliado de modo a garantir estas exigências normativas.

3.2.1 Sistema construtivo em Alvenaria Convencional

Segundo Thomaz *et al.* (2009), a alvenaria convencional ou alvenaria de vedação refere-se àquela utilizada para separar espaços e preencher vãos de estruturas em concreto armado. Portanto, elas precisam suportar seu próprio peso, cargas advindas de armários, redes para dormir e devem ter resistência suficiente às cargas laterais estáticas e dinâmicas, como por exemplo, as cargas laterais devidas ao vento, impacto accidental e outras.

De acordo com Martins (2009):

A importância histórica da alvenaria, deve-se sobretudo ao facto de ser o principal material estrutural responsável pela habitabilidade dos abrigos construídos pelo homem e de ser a principal estrutura dos edifícios ao longo de 4000 anos de civilização. Desde o passado que a construção de abrigos permanentes para os humanos, evoluindo progressivamente até aos edifícios de hoje em dia, ainda na maior parte das civilizações interligada sobretudo à alvenaria.

De acordo com Ramalho e Côrrea (2003), a utilização do sistema construtivo em alvenaria convencional é utilizada no Brasil desde o início do século XVI, o que justifica para Nascimento (2004), uma difusão na utilização da alvenaria convencional como a principal forma de vedação das edificações no país.

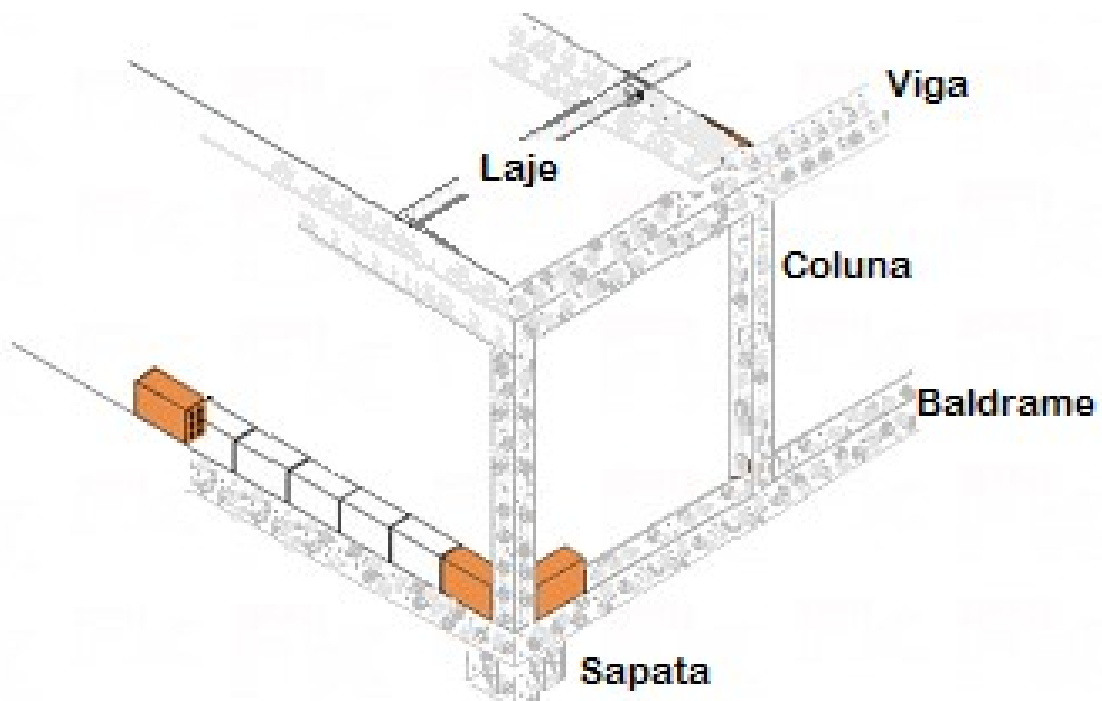
Alguns projetos focam apenas no comportamento mecânico e coordenação dimensional da alvenaria com vãos estruturais e caixilhos, por exemplo. Contudo, alguns aspectos também devem ser levados em conta, tais como a resistência à ação do fogo e o desempenho termoacústico, visto que esse último influencia na avaliação da necessidade de condicionamento artificial de ambientes interno, refletindo no consumo de energia (THOMAZ, *et al.*, 2009)

3.2.1.1 Composição do Sistema de Alvenaria Convencional

Para Vasques e Pizzo (2014), o sistema convencional pode ser visto pela formação de um sistema estrutural de pilares, vigas e lajes de concreto armado, e um sistema de vedação, no qual é preenchido por tijolos cerâmicos.

A Figura 1, representa a composição do sistema convencional citada pelo autor anteriormente, no qual pode-se observar um sistema estrutural composto por laje, viga, coluna e fundação, além da vedação com tijolos cerâmicos.

Figura 1 – Composição Convencional



Fonte: http://www.fkcomercio.com.br/alvenaria_convencional.html, 2021.

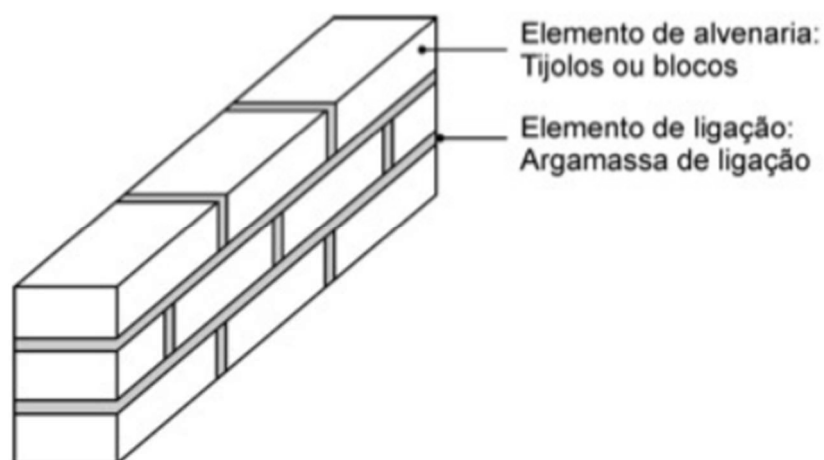
Ainda de acordo com Vasques e Pizzo (2014), o sistema comumente utilizado no Brasil, possui a característica de baixa produtividade e grandes desperdícios, porém é difundida devido a familiaridade da mão de obra com o sistema. Sabbatini (1989) critica o sistema, com a justificativa pautada na ineficiência técnica e na má qualidade organizacional.

Portanto, apesar de apresentar um histórico de utilização de muitos anos, o método que utiliza a vedação em bloco cerâmico, juntamente com a estrutura em concreto armado, em alguns casos, apresenta desvantagens no cenário atual, no que diz respeito ao desperdício, prazo de execução e padronização.

3.2.1.1.1 Materiais componentes dos blocos em alvenaria de vedação

Para Salgado (2014), pode-se entender a alvenaria como um conjunto monolítico e estável, onde é composto por tijolos e um elemento de ligação, no caso a argamassa de assentamento, como observa-se na Figura 2.

Figura 2 – Composição Alvenaria



Fonte: Salgado, 2014.

Pode-se definir ainda alvenaria como sendo “termo que designa as paredes executadas com pedra, tijolo ou blocos de cimento e que, travados em sobreposição por meio de argamassas, servem para a execução de edifícios” (MARTINS, 2009).

Para Salgado (2014), comumente é utilizado para execução de alvenarias tijolos cerâmicos, blocos cerâmicos ou de concreto, tijolos sílico-calcários e blocos de concreto celular. Ainda que possuam características e aplicações diferentes, todos exigem atenção para a forma de armazenamento e construção.

Segundo Crivelaro e Pinheiro (2014):

A cerâmica é formada por uma grande variedade de espécies químicas (metálicas e não metálicas), com propriedades características, como resistência mecânica à compressão, que variam de pequenos valores até patamares maiores que os dos metais. Na solicitação de tração, apresenta fragilidade e sofre ruptura. Outras propriedades importantes derivadas de suas ligações químicas fortes são a estabilidade a altas temperaturas, o isolamento elétrico e a resistência ao ataque químico.

3.2.1.1.2 Estruturas em Concreto Armado

Segundo Crivelaro e Pinheiro (2014), o concreto é classificado como um compósito, pois ocorre uma reação química do cimento quando em contato com a água, além destes dois reagentes citados, tem-se ainda em sua composição, um agregado miúdo (areia), agregado graúdo (brita) e, em algumas situações, aditivos.

De acordo com Bastos (2006), as características básicas para algum material ser considerado “bom” são a resistência e a durabilidade. Esta é uma das explicações sobre a origem do concreto armado, aliando a característica de resistência e durabilidade do concreto com a resistência mecânica do aço.

Para Araújo (2014):

O funcionamento conjunto desses dois materiais só é possível graças à aderência. De fato, se não houvesse aderência entre o aço e o concreto, não haveria o concreto armado. Devido à aderência, as deformações das barras de aço são praticamente iguais às deformações do concreto que as envolve. Em virtude de sua baixa resistência à tração, o concreto fissa na zona tracionada do elemento estrutural. Desse momento em diante, os esforços de tração passam a ser absorvidos pela armadura.

3.2.1.1.3 Revestimento

Salgado (2014), afirma que todas as construções:

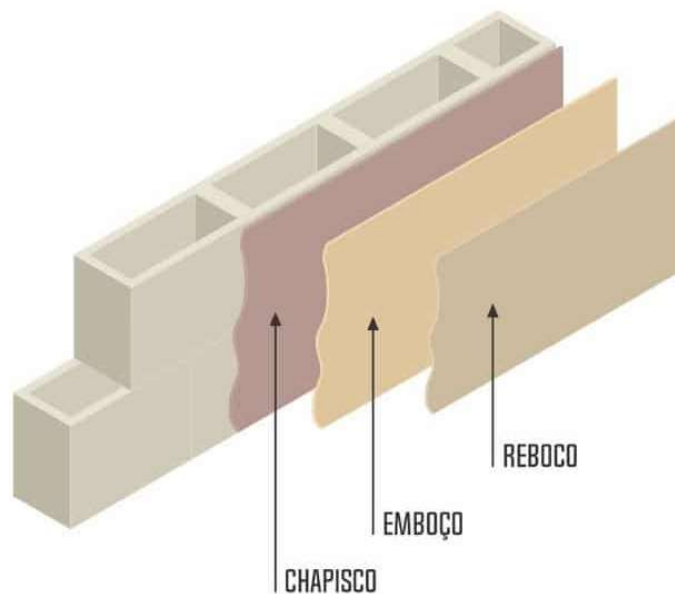
Necessitam de algum elemento que as proteja das ações das intempéries tais como vento, chuva, sol, variações de umidade, entre outras, que ao longo do tempo vão causar danos à obra, e assim devem estar protegidas. Esse elemento da construção com a finalidade de dar proteção ao que foi construído, além de dar estanqueidade às edificações, chama-se revestimento.

Ainda segundo o autor, as argamassas são difundidas em praticamente todas as obras e ainda são as mais indicadas para proteger as alvenarias e estruturas.

Para Vasques e Pizzo (2014), os revestimentos possuem inúmeras funções, no qual pode ser utilizado como acabamento, como também garantir a resistência mecânica e proteção contra intempéries. O sistema de revestimento argamassado é dividido em três etapas, onde

primeiramente se tem o chapisco, posteriormente o emboço e por último o reboco, como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 – Etapas Revestimento



Fonte: <https://www.totalconstrucao.com.br/emboco/>, 2021.

3.2.1.1.3.1 Chapisco

De acordo com Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2008), o chapisco é a base para a uniformização da superfície, que irá apresentar uma melhor aderência do revestimento. Ele deve ser aplicado em todas as superfícies as quais irão receber revestimento de argamassa de areia.

Salgado (2014), define chapisco com

A primeira camada do revestimento aplicada diretamente sobre a alvenaria, numa espessura que varia de 5 a 7 mm, com a finalidade de proporcionar melhor aderência à camada seguinte. Consiste de uma argamassa de traço 1:3 (volume) de cimento e areia média cuja aplicação se faz com o uso da colher de pedreiro ou equipamento de projeção apropriado.

Portanto o chapisco é tido como um substrato importante para aderência do revestimento na alvenaria, no qual irá estabelecer uma base para a uniformidade e qualidade das outras etapas.

3.2.1.1.3.2 Emboço

O emboço é a segunda camada do revestimento, a qual deve ser aplicada após 24 horas depois da aplicação do chapisco. (SALGADO, 2014).

Para Yazigi (2009):

O emboço somente poderá ser aplicado após a pega completa do chapisco. É constituído por uma camada de argamassa, nos traços a serem escolhidos, de acordo com as seguintes finalidades:

- Emboço externo: traço 1:1:4 de cimento, cal em pasta e areia grossa, em volume;
- Emboço interno: traço 1:1:6 de cimento, cal em pasta e areia grossa, em volume.

Deve-se respeitar o tempo de cura do chapisco, para que se garanta a correta aderência entre os revestimentos. Depois disso, o emboço terá a finalidade de regularizar a superfície da alvenaria.

3.2.1.1.3.3 Reboco

Para Salgado (2014), o reboco:

É a terceira e última camada do revestimento. Deve ser executada somente 21 dias após o emboço. Também é conhecida como revestimento fino. Consiste em uma argamassa de cimento, cal hidratada e areia fina peneirada aplicada numa espessura não maior do que 5 mm, para finalizar e dar acabamento ao emboço, corrigindo eventuais distorções

Yazigi (2009), cita que a aplicação do reboco poderá ser realizada após 24 horas da cura completa do emboço, no qual deverá apresentar um aspecto uniforme e plano, para que a superfície receba o revestimento decorativo ou seja utilizado como acabamento.

3.2.1.2 Processo Executivo

Devido o sistema de alvenaria convencional ser artesanal, todas as partes da construção são feitas *in loco*, o que torna o processo mais demorado. No processo executivo do sistema de alvenaria de vedação, destacam-se as seguintes etapas: marcação, assentamento e encunhamento (LIMA e MAIORANO, 2017).

3.2.1.2.1 Marcação

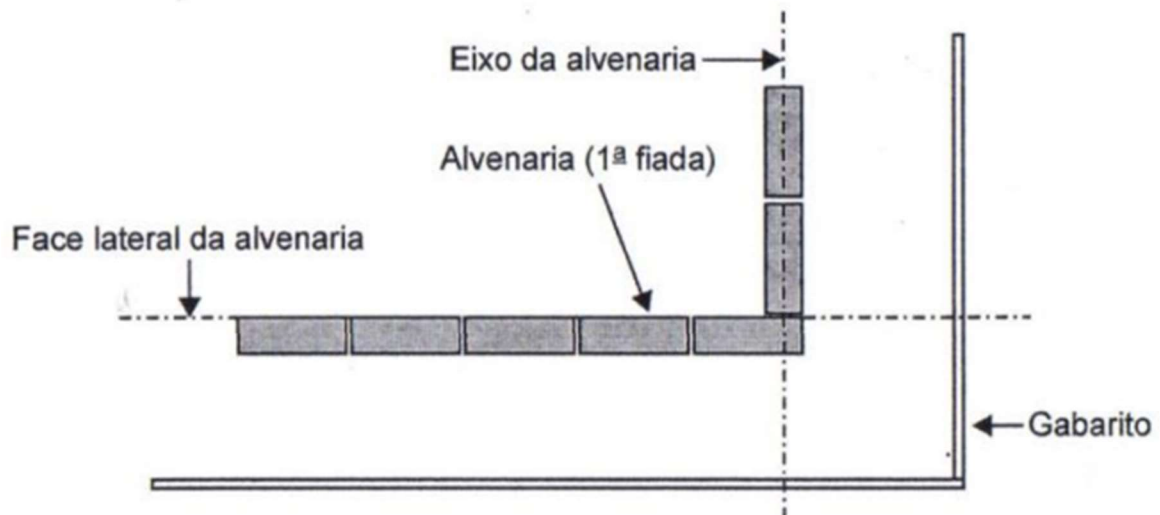
De acordo com Salgado (2009), para a marcação, é necessário se atentar para o posicionamento dos elementos estruturais, como os pilares e vigas. Salgado (2009) relata ainda que:

Com base na marcação da primeira fiada é preciso marcar o início da alvenaria, com posição do eixo de cada parede, ou na maioria das vezes, o alinhamento das faces do

lado em que o pedreiro vai executar a alvenaria. Para lançar as medidas, é recomendável que a trena seja de aço, para evitar distorções, marcando inicialmente os cantos e encontros de paredes. Um esquadro de 90 graus é indispensável na marcação e colocação da primeira fiada.

A Figura 4 ilustra o procedimento citado por Salgado (2009):

Figura 4 - Locação de Paredes

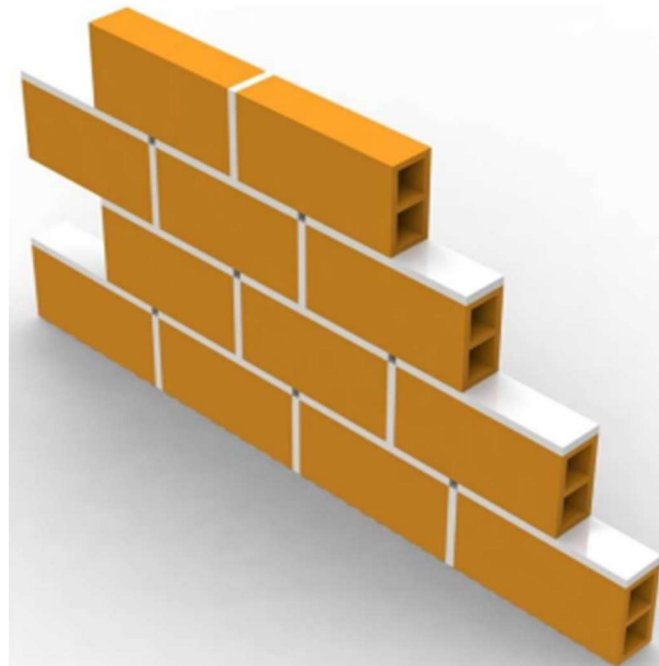


Fonte: Salgado, 2009.

3.2.1.2.2 Assentamento

As alvenarias podem ter espessuras diferentes de acordo com o posicionamento do bloco ou tijolo cerâmico. As nomenclaturas são “de cutelo”, “de meia vez”, “de uma vez” e “de uma vez e meia” (SALGADO, 2009). O assentamento “de cutelo”, é aquele onde o tijolo é assentado no sentido de sua menor dimensão, conforme a Figura 5:

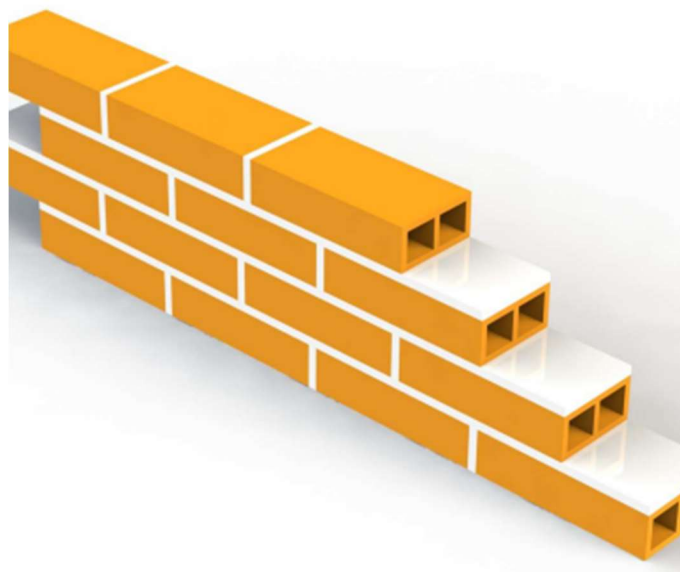
Figura 5 - Alvenaria de Cutelo



Fonte: Marinoski, 2011.

Já no “de meia vez”, o tijolo é assentado no sentido longitudinal, como está demonstrado na Figura 6:

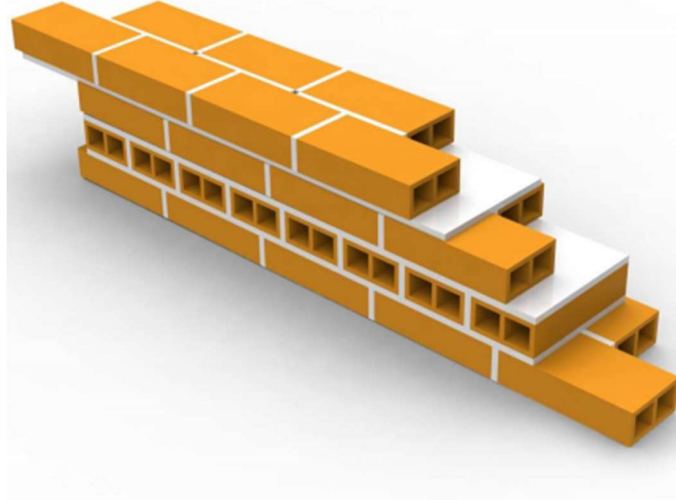
Figura 6 - Alvenaria de Meia Vez



Fonte: Marinoski, 2011.

No “de uma vez”, o tijolo é assentado no sentido transversal, como pode ser observado na Figura 7:

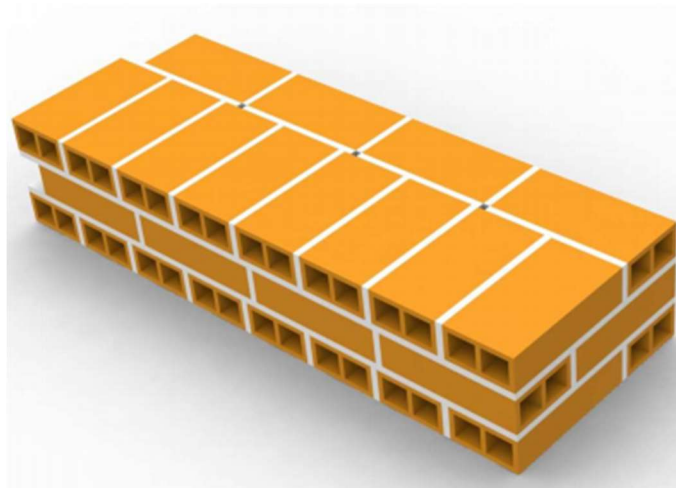
Figura 7 - Alvenaria de Uma Vez



Fonte: Marinoski, 2011.

E por último, o assentamento “de uma vez e meia”, é realizado assentando os tijolos no sentido transversal e longitudinal, como ilustrado na Figura 8:

Figura 8 - Alvenaria de Uma Vez e Meia



Fonte: Marinoski, 2011.

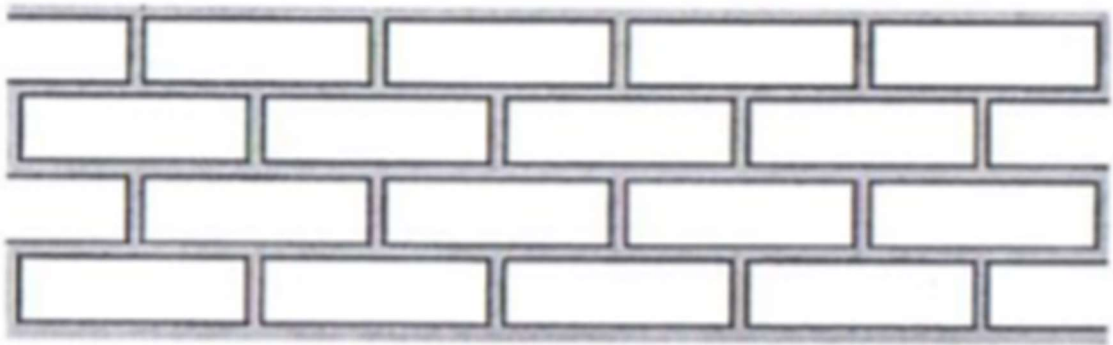
3.2.1.2.3 Juntas de Assentamento

De acordo com Salgado (2009), as juntas de assentamento variam de 1 a 2 cm de espessura, no qual para se distribuir adequadamente as tensões, movimentações térmicas e até mesmo passagem de instalações nos seus furos, são assentados com defasagem de meio bloco ou unidade no qual se dá a sua amarração.

Salgado (2009) ainda cita que, a junta pode se dar de duas formas: frisada ou reta. Esta característica é comum para ambas as faces da alvenaria, onde é necessário atentar para a impermeabilização, quando ficarem exposta a umidade. O autor ainda afirma que a falta de argamassa na junção das alvenarias não é uma boa técnica construtiva porque compromete a união dos elementos, causando prejuízo a distribuição de tensões. A utilização de juntas secas deve seguir uma execução criteriosa sendo indicada para pequenos vãos.

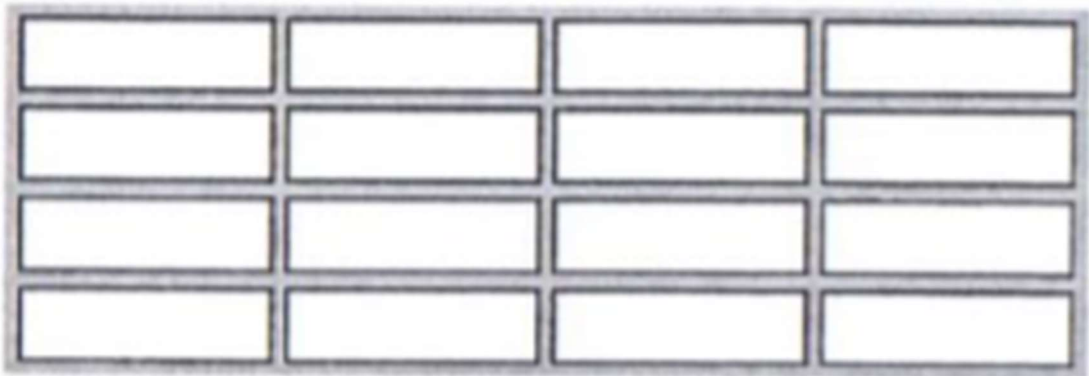
A Figura 9 apresenta a forma correta para a amarração direta da alvenaria (juntas de amarração), de acordo com o que é recomendado para a qualidade na execução. Já a Figura 10 representa o modo não indicado, com juntas sobrepostas (juntas a prumo).

Figura 9 - Juntas de amarração



Fonte: Salgado, 2009.

Figura 10 - Juntas a prumo



Fonte: Salgado, 2009.

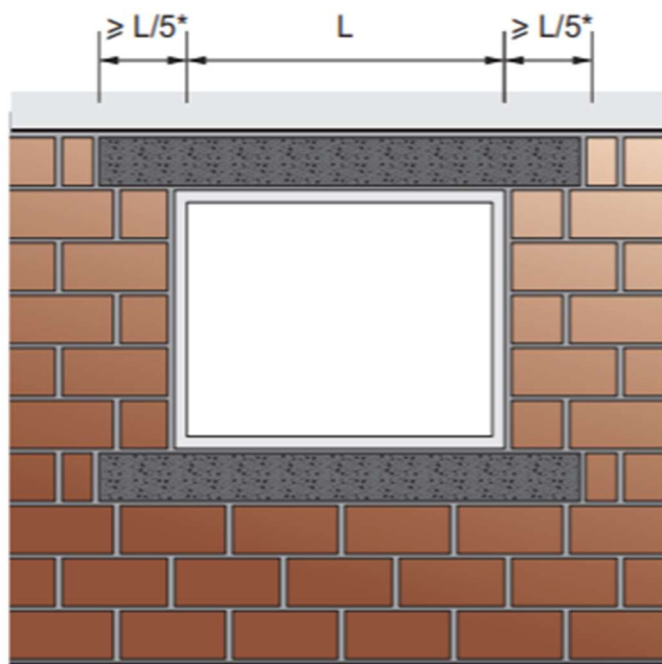
3.2.1.2.4 Vergas e contravergas

Salgado (2009) explana que devido ao esforço mecânico que a parede resiste, os vãos das portas e janelas acabam gerando tensões concentradas, causando fissuras indesejáveis

nos cantos e no meio do vão da moldura. Para evitar esse problema, é necessário utilizar vergas, contravergas e cintas.

Assim como Salgado (2009), Thomaz *et al.* (2009), reforça que se deve prever vergas e contravergas a fim de absorver deformações impostas. Estes elementos devem ter um traspasse de, no mínimo, 20% da largura do vão, sendo que este valor não pode resultar menor do que 20 cm para cada lado do vão. Um esquema respectivo ao cálculo dos traspasses pode ser verificado na Figura 11.

Figura 11 - Verga e contraverga



Fonte: Thomaz *et al.*, 2009.

Thomaz *et al.* (2009), traz ainda a recomendação da armação das vergas, contravergas e cintas, com pelo menos dois ferros com 6mm de diâmetro.

3.2.1.2.5 Encunhamento

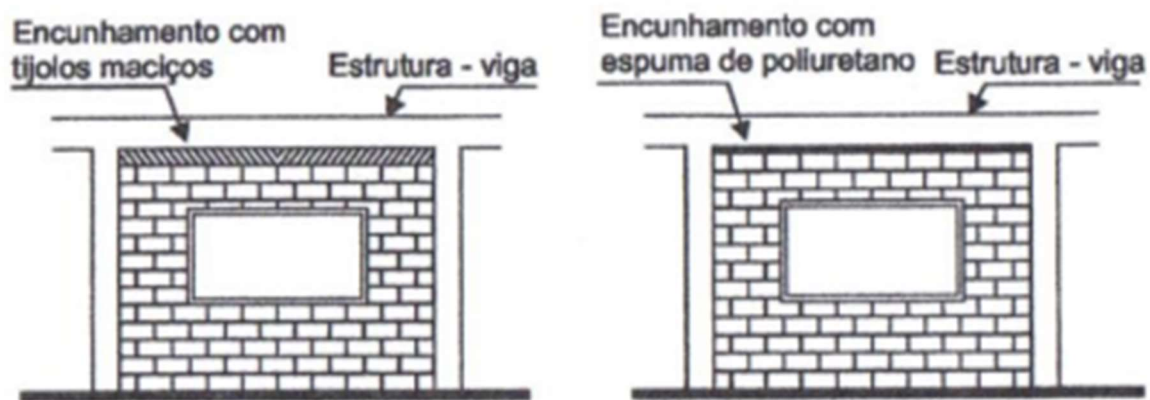
De acordo com Salgado (2009), para alvenarias designadas ao remate entre estruturas, pilares e vigas, deve-se deixar uma pequena lacuna (cerca de 20 cm) entre a ligação da alvenaria e a viga estrutural. Isto é necessário para evitar um destacamento da alvenaria da estrutura devido acomodações naturais de toda a edificação. Após o período de acomodação da edificação, dá-se início ao fechamento deste espaço. O processo de fechamento é denominado encunhamento.

Para Yazigi (2009), o encunhamento deverá ser realizado no mínimo duas semanas após assentamento da alvenaria, a fim de evitar deflexões da alvenaria. Salgado (2009) afirma ainda que:

O encunhamento é executado com tijolos assentados e inclinados com argamassa normal e pressionados entre a viga e a alvenaria já executada. O preenchimento do vão pode ainda ser executado com o uso de espuma expansiva de poliuretano e neste caso o vão entre a alvenaria e viga não deve ser superior a 3cm.

Na Figura 12, é possível verificar a ilustração do encunhamento com tijolos (no esquema da esquerda) e com poliuretano (no esquema da direita).

Figura 12 - Encunhamento



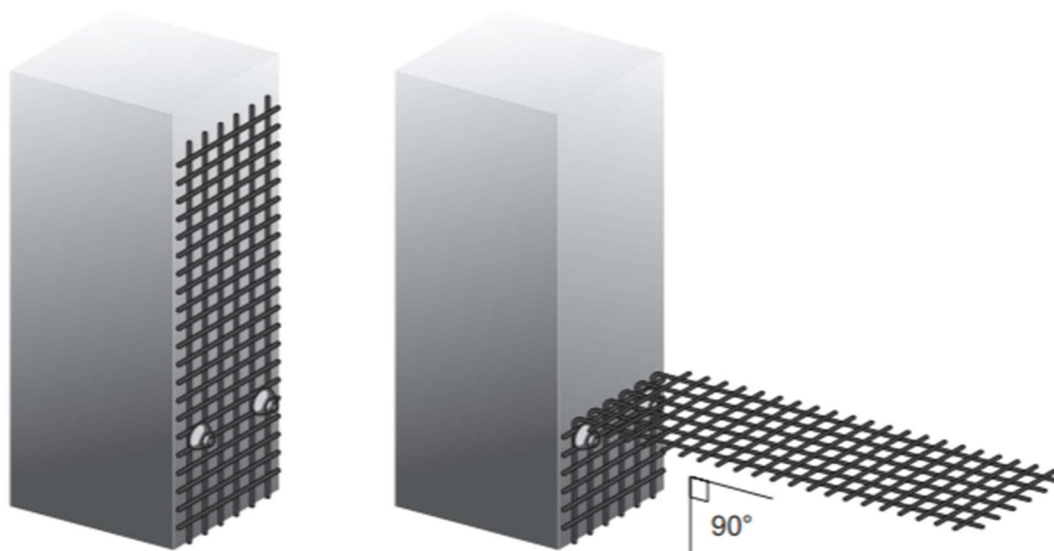
Fonte: Marinoski, 2011.

3.2.1.2.6 Ligação entre alvenarias e pilares

De acordo com Thomaz (2009), independente do dispositivo de fixação a ser utilizado para ligação entre pilares e alvenaria, deve-se iniciar com a limpeza da superfície do pilar, retirando impurezas (e desmoldante, quando utilizado). Após a limpeza, o chapisco rolado ou então o industrializado deve ser aplicado na alvenaria, que deverá ser pressionada contra o pilar, a fim de causar refluxo de argamassa e total compacidade da junta.

Ainda segundo Thomaz (2009), as ligações entre pilares e alvenarias podem se dar com telas metálicas na qual são fixadas por pinos, sendo recomendável um tiro para tijolos com espessura inferior a 9 cm e dois tiros para as demais espessuras, dobrando a 90° conforme a Figura 13. A tela deve ser recortada com 1 ou 2 cm menor que a largura do tijolo afim de se evitar o risco de corrosão. Recomenda-se que a distância entre telas de 3 a 4 fiadas e posicionadas entre as juntas de assentamento (SALGADO, 2009).

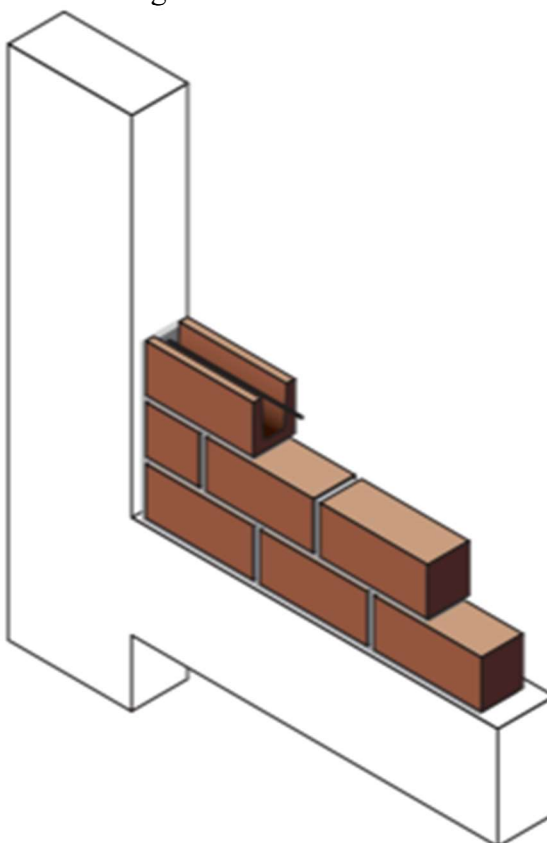
Figura 13 - Tela metálica galvanizada



Fonte: Thomaz *et al.*, 2009.

Além das telas metálicas, as ligações entre pilares e alvenarias podem se dar através de “ferros-cabelo”, que são segmentos de barras de aço, que ajudam a “amarrar” a alvenaria, dando-lhe sustentação. Pode-se observar o ferro cabelo na Figura 14:

Figura 14 - Ferro cabelo



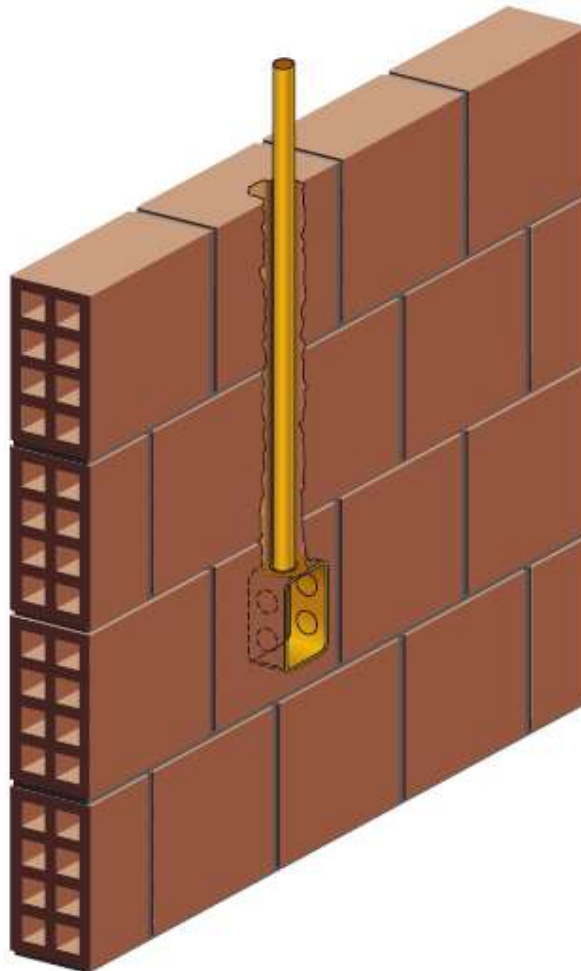
Fonte: Thomaz *et al.*, 2009.

Salgado (2009) e Thomaz *et al.* (2009), convergem quanto aos diâmetros dos “ferros-cabelo”, onde ambos indicam a utilização de ferro 6.3 mm a cada 40 ou 50 cm, com um traspasse de 50 cm e uma penetração do pilar de 6 a 8 cm, que são fixados posteriormente a concretagem dos pilares, com adesivo epóxi.

3.2.1.2.7 Instalações Hidráulicas e Elétricas

Para embutir as tubulações de instalações elétricas e hidráulicas na alvenaria de vedação convencional, devem ser realizados cortes na mesma. Para isso, utiliza-se máquinas do tipo serra circular diamantada, talhadeiras ou ferramentas, de forma manual, fazendo cortes horizontais e verticais, que devem ser previamente gabaritados de acordo com os projetos. Além disso, deve-se atentar a profundidade para evitar que os tubos sofram curvas ou desvios desnecessários (THOMAZ *et al.*, 2009). Na Figura 15, observa-se o procedimento indicado.

Figura 15 - Execução de rasgos para o embutimento de tubulações



Fonte: Thomaz *et al.*, 2009.

Com os “rasgos” feitos e instaladas as tubulações, inicia-se a aplicação do revestimento. Para tanto, deve-se aplicar o chapisco e o emboço em locais que receberão revestimentos, tais como: azulejos, pastilhas, porcelanatos, mármore, entre outros tipos de placas. Em paredes que serão pintadas ou se deseja um acabamento liso e regular, aplica-se também o reboco.

3.2.2 Sistema *Monolite*

Para Bertoldi (2007):

Os painéis de vedação das edificações, ao longo da história, vêm sofrendo modificações na sua composição, substituindo as antigas vedações como pedras, a velha taipa e até mesmo os tijolos. As inovações ocorreram, principalmente, pelo desenvolvimento da indústria de materiais de construção e ao emprego de novas tecnologias. Impulsionados pelo aumento do grau de exigências de seus habitantes, com relação à qualidade dos ambientes – habitabilidade e economia, as quais se correspondem às condições de conforto ambiental, segurança construtiva, estrutural, economia de custos e durabilidade compatível.

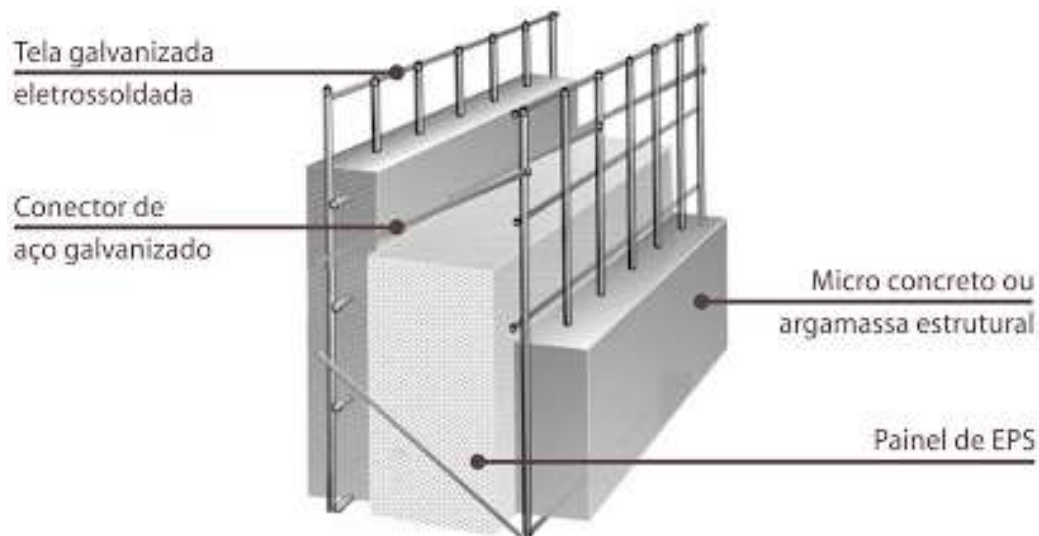
Na Itália, na década de oitenta surgiu um sistema construtivo considerado antissísmico e isolante termoacústico, que poderia ser utilizado nas construções de edifícios de vários pavimentos. Este sistema foi desenvolvido pela empresa *Monolite*, recebendo assim esta nomenclatura (BERTOLDI, 2007).

Ainda segundo Bertoldi (2007) trata-se de um sistema produzido industrialmente, constituído por painéis feitos de placas de poliestireno expandido (EPS) e com malhas de aço leves e de alta resistência, em suas duas faces. Após a montagem, aplica-se uma camada de concreto ou argamassa, cobrindo as telas e dando acabamento. O aspecto é semelhante ao da alvenaria convencional de blocos cerâmicos.

3.2.2.1 Composição do Painel

Segundo Santos (2011), o painel pré-fabricado é composto por dois elementos, o poliestireno expandido, que cumpre papel de preenchimento e, a malha de aço, que faz o papel de armadura principal. Para a finalização do painel monolítico, *in loco*, aplica-se a argamassa estrutural, conforme ilustrado na vista esquemática do painel finalizado, através da Figura 16.

Figura 16 -Composição do painel



Fonte: <http://www.brumanengenharia.com.br/mainTecnologia.html#>, 2020.

3.2.2.1.1 Poliestireno Expandido

Segundo a NBR 11752 (ABNT, 2007), o poliestireno expandido é um material plástico celular rígido, obtido a partir da expansão ou extrusão do poliestireno (PS): através de pérolas de poliestireno (resultando no EPS) ou, pela extrusão de poliestireno (resultando no XEPS). No primeiro caso os produtos podem apresentar duas condições de fabricação, sendo uma retardante a chamas (classe F) e a outra não retardante a chamas (classe P). Já no segundo caso todos os produtos gerados são resistentes a chamas.

No processo produtivo não se utiliza o gás clorofluorcarboneto (CFC) ou qualquer um de seus substitutos. Como agente expensor para a transformação do EPS, emprega-se o pentano, um hidrocarboneto que se deteriora rapidamente pela reação fotoquímica gerada pelos raios solares, o que não compromete o meio ambiente (ABRAPEX, 2016).

O poliestireno possui como suas principais características (NOVAIS *et al.*, 2014):

- baixa densidade (9 kg/m^3 a 40 kg/m^3) sendo 97% de seu volume constituído de ar, alta resistência à compressão (7000 kgf/m^2 até 14000 kgf/m^2);
- baixa condutibilidade térmica;
- isolamento térmico: permitindo poupar energia que, durante a vida útil de um edifício, pode ser centenas de vezes superior à energia consumida durante o seu processo de fabricação;

- baixa absorção de água e umidade;
- inodoro;
- adere a outros plásticos;
- compatibilidade com a maioria dos materiais utilizados na construção civil, (cimento, gesso, cal, água);
- versatilidade;
- isolamento acústico;
- durabilidade.

3.2.2.1.2 Processo de fabricação do poliestireno expandido

De acordo com a Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos (2020), o processo de fabricação deste polímero derivado do petróleo passa por três etapas: pré-expansão, armazenamento e moldagem. Na primeira etapa, este polímero (que é composto por plástico e pentano) entra no pré-expansor, onde é agitado e aquecido através do contato com o vapor d'água, ocorrendo um processo químico em que o pentano dá lugar ao ar, fazendo com que o polímero aumente de 20 a 50 vezes o seu tamanho. Isso resulta numa proporção de 98% de ar e 2% de plástico, diminuindo então a densidade do material formado (BARRETO, 2017).

De acordo com a Associação Brasileira do Poliestireno Expandido (ABRAPEX, 2016) em 1 m³ de EPS expandido, existem de 3 a 6 bilhões de células fechadas e cheias de ar. Além disso, os produtos de EPS não contaminam o solo, a água ou o ar, são inodoros, reaproveitáveis, recicláveis e podem voltar à condição de matéria-prima.

Barreto (2017) afirma que são fabricados sete tipos de EPS, como apresentado na Tabela 1. O tipo 7 é o utilizado nos painéis *monolite*. Ele possui maior densidade aparente mínima e nominal; maior valor de resistência mínima à flexão e ao cisalhamento e; menores valores de condutividade térmica.

Tabela 1 - Características exigíveis para o EPS Isopor®

Propriedades	Norma	Unid.	Tipos de EPS Isopor®						
	Método de ensaio		1	2	3	4	5	6	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	1	20	25	30
Condutividade térmica máxima (23°C)	NBR 12094	W/m.k	-	-	0,042	0,039	0,037	0,035	0,035

Propriedades	Norma	Unid.	Tipos de EPS Isopor®						
	Método de ensaio		1	2	3	4	5	6	7
Tensão por compressão com deformação de 10%	NBR 8082	KPa	≥33	≥42	≥65	≥80	≥110	≥145	≥165
Resistência mínima à flexão	ASTM C203	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 Industries, 2018.

Na segunda etapa o material fica em silos por um determinado período, para que ele se estabilize e resfrie. Nesta etapa do processo, o material ainda é penetrado por ar.

Na última etapa o material tem dois caminhos possíveis: um deles é a moldagem direta enquanto o segundo consiste em seu recorte para novos subprodutos de blocos de poliestireno.

3.2.2.1.3 Malha de aço

Segundo a NBR 7481 (ABNT, 1990):

Tela soldada é uma armadura pré-fabricada, destinada a armar concreto, em forma de rede de malhas, constituída de fios de aço longitudinais e transversais, sobrepostos e soldados em todos os pontos de contato (nós), por resistência elétrica (caldeamento).

De acordo com a Comunidade da Construção (CDC, 2008), existem três condições básicas para armaduras em parede de concreto. Elas devem garantir a resistência a esforços de torção que podem ocorrer nas paredes, além do controle do concreto em relação a retrações e auxiliar na fixação das instalações hidráulicas, elétricas e gás.

Portanto, de acordo com a Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos (2020) (2020) a malha de aço utilizada no painel é a SAE 1405 (77,645 kgf/mm²) de diâmetro nominal (DN) 2,4 mm de espessura. A abertura varia, sendo as dimensões de 50 x 50 mm para paredes estruturais e 50 x 150 mm para paredes de fechamento (vedação).

3.2.2.2 Processo de Fabricação do painel *Monolite*

De acordo com a Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos (2020), as malhas de aço são colocadas sob a placa de EPS, com 5cm sobressalentes em cada lado, o que facilita

a união entre as placas. Posterior a isso, coloca-se uma malha em cada face. Depois da montagem, elas são unidas por eletro solda com auxílio de espaçadores que possuem mesmo fio da malha, na proporção de 120 espaçadores por metro quadrado de placa. Isso para que sejam soldados inclinados em duas direções e inibindo o deslocamento da placa. Por conseguinte, é garantindo um vão de 1cm da malha para o EPS.

Os espaçadores citados anteriormente cumprem o papel de auxiliar na distribuição de cargas no sistema, já que eles unem as duas malhas de aço (formando uma treliça), como pode ser observada na Figura 17.

Figura 17– Treliça do painel



Fonte: Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos, 2020.

3.2.2.3 Argamassa estrutural utilizada no sistema *monolite*

O processo de finalização do painel passa por fases similares ao do sistema convencional (de vedação), como o emboço e reboco. O ponto que os diferencia é o traço utilizado em cada etapa e a composição da argamassa, pois trata-se de argamassa estrutural para o *monolite* (enquanto para vedação, ela tem a função de proteção da alvenaria).

A argamassa estrutural, que é aplicada nos painéis do sistema construtivo, além de ter alta resistência, deve apresentar baixa retração e ser de fácil de aplicação, apresentando fluidez e plasticidade. As camadas deverão ser aplicadas com espessuras de 1,5 a 2 cm, sem necessitar de aplicação de vibrações ao painel (BERTOLDI, 2007).

Bertoldi (2007) indica ainda as seguintes características da argamassa:

- Relação cimento e areia deve estar entre 3,0 e 4,5;
- A quantidade de cimento varia em função da granulometria dos agregados utilizados;
- A relação água cimento (a/c) pode variar com o tipo de revestimento e resistência desejada, visto que a água aumenta a trabalhabilidade da argamassa, facilitando a aplicação com o projetor, contudo, em excesso a água reduz a resistência do concreto e aumenta a porosidade;
- A granulometria dos agregados varia de 0 a 6,4 mm, por se tratar de areia. O tipo de acabamento e resistência varia com essa granulometria, visto que agregados mais finos resultam em um acabamento mais liso, porém com menos resistência, e agregados mais grossos, resultam em uma argamassa mais resistente;
- São utilizados aditivos plastificantes e fibras de polipropileno;
- Deve-se utilizar medidas padrão, para que se tenha uma uniformidade e regularidade em sua produção.

A fabricante dos painéis (MUNDI-EPS INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PLÁSTICOS, 2020), recomenda que a composição, em volume, para a argamassa seja constituída de:

- 1 parte de cimento;
- 3 partes de areia média peneirada;
- Aditivo polimérico para conferir maior resistência à argamassa, devendo ser utilizados conforme especificação do fabricante;
- 100ml de aditivo impermeabilizante para 1 saco de cimento.

3.2.2.4 Execução do sistema *Monolite*

Os painéis podem desempenhar função estrutural ou utilizados como vedação juntamente com outros sistemas estruturais, como o concreto armado. Contudo, Barreto (2017) destaca “a dificuldade de encontrar informações em bibliografias sobre o sistema construtivo, bem como normas de padronização do sistema construtivo, limitando a fontes como sites e catálogos dos fornecedores”. Dessa forma, o processo de montagem apresentado neste tópico é o indicado pela fornecedora de painéis Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos (2020).

A fixação dos painéis é realizada sobre a fundação, que deve ser do tipo adequado para facilitar essa montagem e garantir uma boa ligação entre a infraestrutura e a alvenaria.

Para Batista *et al.* (2018):

As fundações são componentes da estrutura responsáveis pela transferência dos esforços da estrutura para o solo. A fundação é o elemento que fica em contato direto com o solo, dentre elas existem as fundações rasas, ou seja, as que são executadas em uma profundidade de até 3 metros, desde que o solo apresente resistência necessária e apresente um nível d'água abaixo dos 4 metros de profundidade; e as fundações profundas, estas que são executadas em profundidades superiores aos 3 metros.

De acordo com Pordeus (2007), a fundação é essencial para qualquer edificação, pois conduz para o solo todos os esforços oriundos do peso próprio e das cargas que atuam na estrutura. O tipo de fundação a ser utilizada irá depender da topografia do terreno, das condições do solo, do projeto arquitetônico e do cálculo estrutural.

De acordo com Pavesi e Pfutzenreuter (2017) no sistema *Monolite*, há a necessidade de assentamento sobre uma fundação do tipo contínua. O *radier* é o tipo mais indicado, pois como cita Fernandes e Oliveira (2018), tem a versatilidade de ser aplicado em solos de baixa resistência e alto recalque diferencial.

Para Fernandes e Oliveira (2018):

O radier é um tipo de fundação superficial ou rasa que tem sido bastante utilizada no Brasil em obras residenciais ou industriais, sua vantagem é que ela consegue ser feita em solos que tem baixa resistência ou tem altos índices de recalques diferenciais e também por seu custo-benefício, que até a descoberta do *radier*, era um problema, quando a utilização de outros tipos de fundações nesse tipo de solo.

De acordo com a Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos (2020), após a execução da fundação, dá-se início ao preparo dos arranques de aço CA50 para que possam receber os painéis. Os arranques possuem diâmetros que variam de 8 a 10mm, comprimento de 30cm e espaçamento de 50cm.

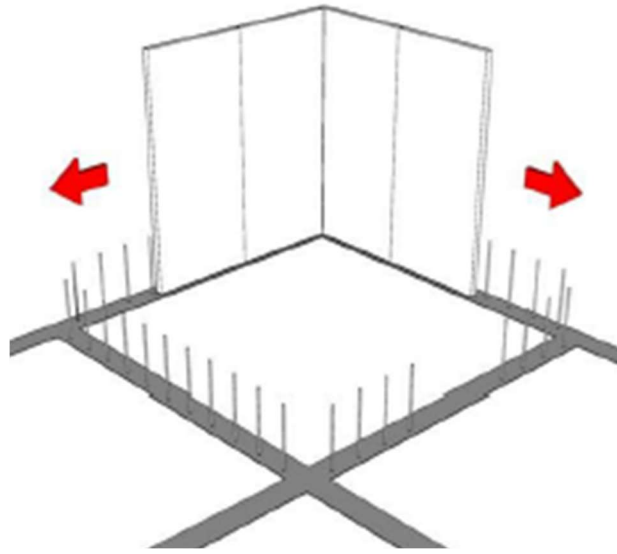
3.2.2.4.1 Montagem dos Painéis

Conforme citado pela Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos (2020) a montagem dos painéis pode ocorrer de três formas. Elas se diferem quanto ao início de montagem, que pode iniciar pelos cantos, por linhas perpendiculares ou então podem ser montadas no chão.

Primeira opção de montagem

Deve-se iniciar pelos cantos das paredes, nas duas direções, respeitando a manutenção dos ângulos definidos em projeto. A Figura 18 demonstra este procedimento.

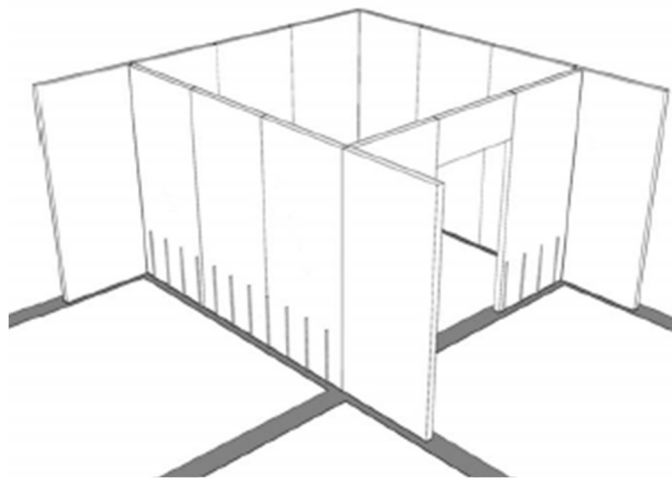
Figura 18 – Direção de montagem



Fonte: Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos, 2020.

Em seguida, o perímetro deve ser fechado conforme indica a Figura 19.

Figura 19 - Perímetro fechado

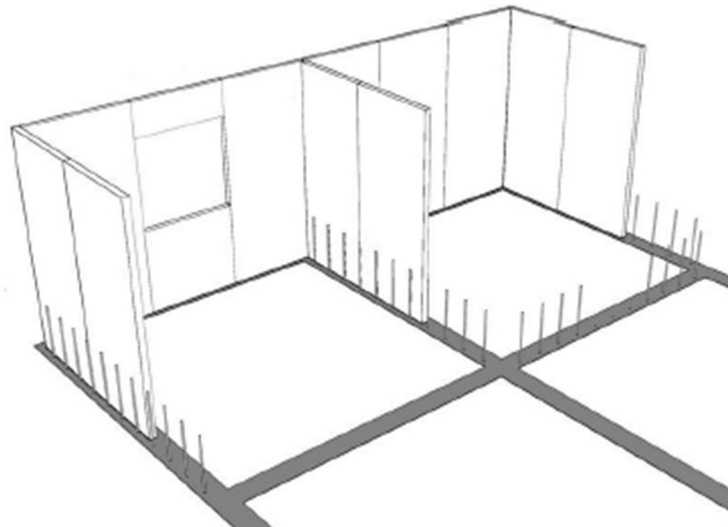


Fonte: Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos, 2020.

Segunda opção de montagem

Nesta opção, de início por linhas perpendiculares, é feita a montagem de uma linha de painéis. Nela, a cada parede perpendicular, deve-se fixar pelo menos um painel, para que auxilie na sustentação da parede. O procedimento pode ser verificado na Figura 20.

Figura 20 – Linha de painéis com perpendiculares

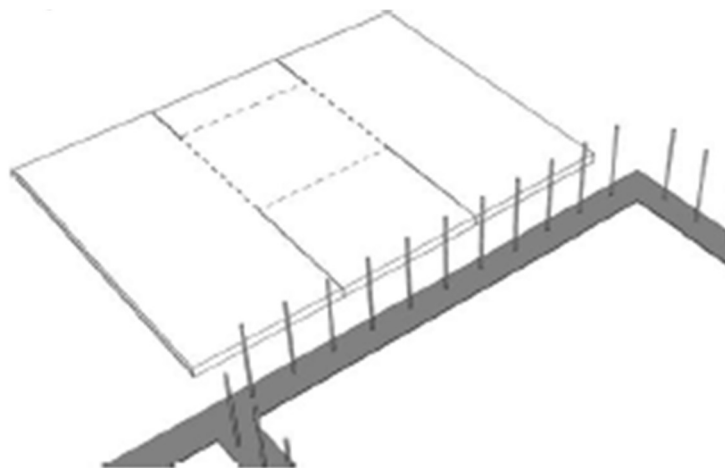


Fonte: Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos, 2020.

Terceira opção de montagem

Uma alternativa é a montagem (união) dos painéis no plano horizontal (deitados no solo) e, posteriormente, é realizado o levantamento do conjunto das placas para o plano vertical (formando a parede). A Figura 21 mostra o esquema das placas unidas no chão, antes de serem levantadas.

Figura 21 – Paineis montados no solo



Fonte: Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos, 2020.

As formas de fixar os painéis podem variar, porém possuem semelhanças e seguem as mesmas etapas subsequentes. Em todas as opções citadas neste tópico, o painel é fixado ao arranque através de um arame recozido com o auxílio de um grampeador pneumático, como na

Figura 22, podendo ser mais bem visualizado no Apêndice A. Da mesma forma se dá a união entre placas, que também utiliza o arame recozido como forma de se unir.

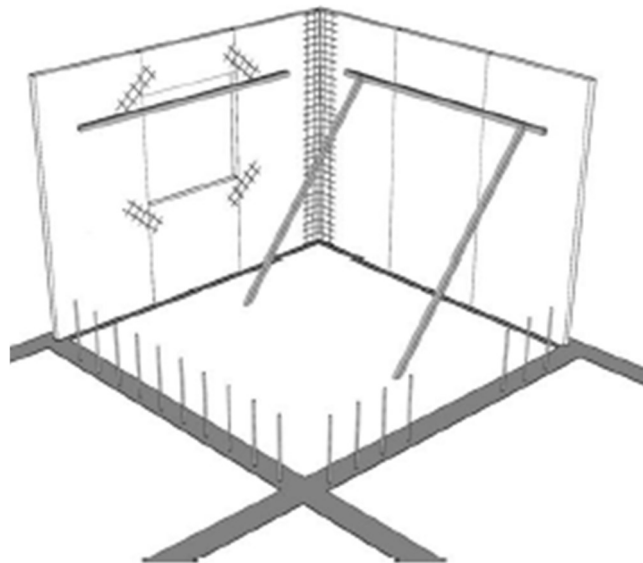
Figura 22 – Grampeador pneumático



Fonte: <https://url.gratis/RjErIX>, 2020.

Na primeira e segunda opção, após os painéis fixados, dá-se início ao aprumo, no qual é fixada uma régua nos painéis conforme ilustrado na Figura 23. Posteriormente é realizado o escoramento, por meio de uma barra conectada na régua.

Figura 23 – Escoramento



Fonte: Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos, 2020.

Após o escoramento, é realizado o reforço. Neste procedimento, em cada ângulo reto são colocadas cantoneiras em malha de aço, em forma de “L” conforme apresentado na Figura 24, a fim de aumentar a resistência no local e facilitar a ligação de um painel ao outro.

Figura 24 – Reforço em L



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Além disso, em aberturas, como portas e janelas, são colocados reforços do tipo “U” para garantir uma maior resistência local e servir para reenquadrar, conforme mostrado na Figura 25.

Figura 25 – Reforço em U



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Os reforços diagonais, amostrados Figura 26, possuem as mesmas funções das vergas e contravergas, utilizadas no sistema de alvenaria convencional (impedir que esforços provoquem trincas ou fissuras nessas regiões).

Figura 26 – Reforço diagonal



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

A fabricante dos painéis dispõe de algumas medidas padrão para os reforços, conforme dispostas na Tabela 2.

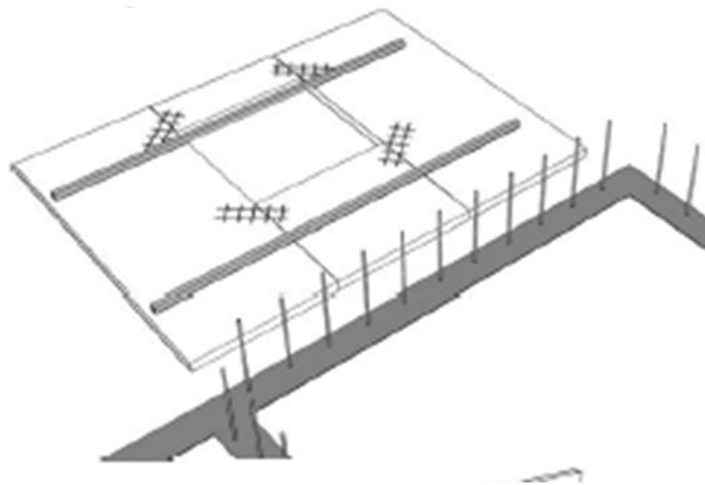
Tabela 2 - Reforços

Reforço malha 5 x 5 cm "L" e "U"		Reforço malha 5 x 5 cm "Liso"	
Medida do reforço (mm)	Espessura do EPS (mm)	Medida do reforço (mm)	Espessura do EPS (mm)
1250 x 400	50	1250 x 200	50
	60		60
	70		70
	80		80
	90		90
	100		100
	110		110
	120		120
	130		130
Reforço malha 5 x 5 cm "L" e "U"		Reforço malha 5 x 5 cm "Liso"	
Medida do reforço (mm)	Espessura do EPS (mm)	Medida do reforço (mm)	Espessura do EPS (mm)
1250 x 450	Todas	-	-

Fonte: Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos, 2020.

A terceira opção passa pelas mesmas etapas da primeira e da segunda, contudo a diferença está nas instalações de reforços diagonais e da régua de escoramento, que são fixados com os painéis ainda no solo, como pode-se observar na Figura 27.

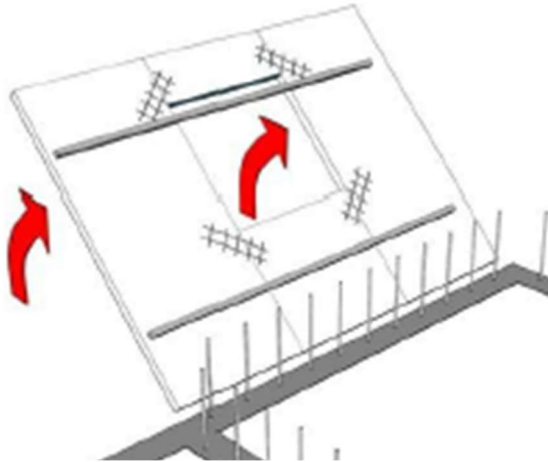
Figura 27 – Pannel com reforços no solo



Fonte: Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos, 2020.

Após a fixação do reforço diagonal e das régua, o painel é erguido, conforme mostrado na Figura 28.

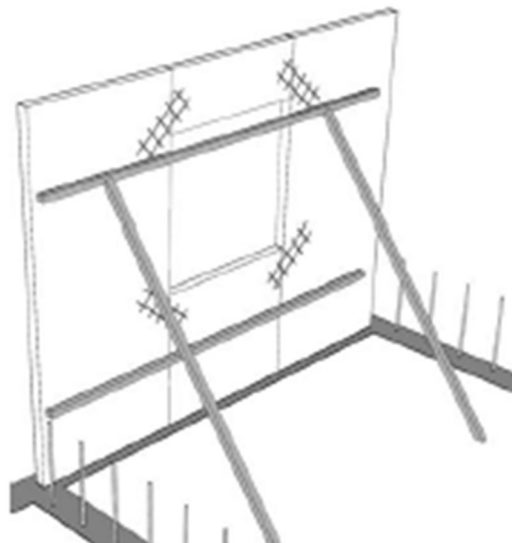
Figura 28 – Painel sendo erguido



Fonte: Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos, 2020.

Após ser erguido, o painel é apurado conforme Figura 29, e em seguida inicia-se a fixação dos demais reforços conforme citados anteriormente.

Figura 29 – PAINEL ESCORADO



Fonte: Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos, 2020.

3.2.2.4.2 Instalações hidráulicas e elétricas

Com a fixação e o aprumo dos painéis concluída, permite-se o início das instalações hidráulicas e elétricas neste sistema. O processo consiste na marcação dos painéis nos locais onde ficarão embutidos os tubos ou condutos. Posterior a isso, com um soprador térmico, mostrado na Figura 30, a região assinalada é aquecida e passa a se retrair, deixando assim um espaço para que se instale o material, como pode-se observar na Figura 31.

Figura 30 – Soprador térmico



Fonte: https://br.blackanddecker.global/pt-br/Power_Tools_Other_Tools_Heat_Gun/product/HG1500-B2/soprador-termico-1500w-220v, 2020.

Figura 31 – Instalações hidráulicas e elétricas



Fonte: <https://construirsozinho.com.br/contrapiso-mais-barato-isopor-eps>, 2020.

Deve-se ter cuidado na execução das instalações, quanto ao posicionamento das caixas de passagem, de modo a evitar que fiquem pontos sem EPS na parede, bem como alteração na espessura final da parede que pode se dar em função da espessura desses elementos e não o suficiente para o revestimento da parede (BERTOLDI, 2007).

3.2.2.4.3 Revestimento

O cobrimento da armadura deve ser realizado garantindo a sua integridade, com a execução do cobrimento mínimo exigido. “Para a execução de revestimento dos painéis, o sistema utiliza equipamento de projeção pneumático, sendo que para serviços sobre painéis parede utilizam-se canecas” (BERTOLDI, 2007). O projetor pneumático, conforme Figura 32, garante uma maior velocidade e uniformidade na aplicação da argamassa.

Figura 32 – Projeção da Argamassa



Fonte: <http://guarutecpremoldados.com.br/eps-monolitico/>, 2020.

A projeção dos revestimentos no painel deve ocorrer sequencialmente em faces opostas, para evitar uma possível deformação provocada por um carregamento diferencial (BERTOLDI, 2007).

A primeira aplicação deve preencher todo o espaço entre o EPS e a malha de aço, atentando-se para que ocorra uma cura úmida dos revestimentos executados, que deve ser realizada de duas a três vezes ao dia, evitando assim problemas como fissuração por retração.

O procedimento de aplicação da segunda demão, na qual deve alcançar uma espessura final mínima de 3 cm, a mesma indicação, quanto à umidade. Poderá ser finalizada externamente com uma massa fina sarrafeada e; internamente, com um acabamento em gesso ou em massa Polivinílica (PVA) na fase de pintura, resultando assim, num melhor acabamento.

4 METODOLOGIA

A presente pesquisa é do tipo exploratória, onde se utilizou da pesquisa bibliográfica de fontes secundárias como métodos. Dessa forma, utilizou-se de registros disponíveis em livros, artigos científicos, monografias, teses, normas regulamentadoras, revistas especializadas, trabalhos de conclusão de curso e catálogos técnicos para realizar a comparação dos sistemas de alvenaria convencional e *monolite*.

Segundo Martins e Pinto (2001) a pesquisa bibliográfica procura explicar e discutir sobre um tema com base em referências teóricas publicadas em livros, revistas, periódicos e outros. Além disso, conhecer e analisar estudos científicos sobre determinado tema. A finalidade desse tipo de pesquisa é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito ou dito sobre determinado assunto (MARCONI e LAKATOS, 2007).

Na elaboração deste trabalho, foi realizado uma revisão narrativa da literatura nacional sobre o tema proposto, então desenvolveu-se uma forma de comparar os sistemas baseados em suas vantagens e desvantagens, no qual pôde-se avaliar características como:

- Tempo de execução: será explanada uma análise realizada por Mazuco e Lima (2018), no qual comparam a produtividade da mão de obra, levando em conta a execução de alvenaria e revestimento dos sistemas estudados, de duas edificações;
- Estanqueidade: a abordagem irá partir da capacidade de “resistência” a água, no qual se discutira as características de cada um.
- Sustentabilidade: na busca por materiais com potencial maior de reutilização e reciclagem, a discussão irá se dar neste âmbito.
- Resistência mecânica: a resistência mecânica dos sistemas de vedação deve ser capaz de resistir ao peso próprio, a instalação de buchas e outros equipamentos, além da fixação de portas e janelas, por esse motivo será discutida a capacidade dos dois sistemas.
- Desempenho térmico: analisando os estudos de Novai et al. (2013) e Bertoldi (2007), será discutido sobre o desempenho térmico dos sistemas estudados;
- Desempenho acústico: de acordo com as propriedades dos materiais e estudos de autores como Krüger e Zannin (2013) e Von Krüger (2000), será explanado o desempenho acústico do sistema de alvenaria convencional e o sistema monolítico em EPS;

- Normativas: será discutido sobre a existência de normas específicas sobre a execução e requisitos dos sistemas e dos materiais utilizados na construção dos mesmos.

Os pontos comparados foram selecionados visto que são importantes na escolha do sistema construtivo, visando garantir conforto e segurança dos usuários, redução de desperdícios e rapidez na execução.

5 DESENVOLVIMENTO

5.1 Vantagens e Desvantagens do Sistema de Alvenaria Convencional

O sistema de alvenaria convencional é o sistema de vedação mais utilizado no Brasil. Isso se deve às suas vantagens, como (SOUZA, 2013):

- Simplicidade de execução;
- Baixo custo;
- Bom desempenho termoacústico;
- Boa resistência mecânica e ao fogo;
- Boa estanqueidade;
- Alta durabilidade;
- Alta aceitação pelos usuários.

Contudo, de acordo com Souza (2013), o sistema apresenta um elevado peso por unidade de superfície. A NBR 6120 (ABNT, 2019) traz os seguintes pesos para alvenaria de bloco cerâmico, de acordo com as dimensões dos blocos e espessura dos revestimentos:

Tabela 3 - Carga das Alvenarias
ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Alvenaria	Espessura (cm)	Peso - Espessura de revestimento por face (kN/m ²)		
		0 cm	1 cm	2 cm
Bloco cerâmico vazado (Furo horizontal)	9	0,7	1,1	1,6
	11,5	0,9	1,3	1,7
	14	1,1	1,5	1,9
	19	1,4	1,8	2,3
Bloco de concreto vazado (Classe C)	6,5	1,0	1,4	1,8
	9	1,1	1,5	1,9
	11,5	1,3	1,7	2,1
	14	1,4	1,8	2,2
	19	1,8	2,2	2,6

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 6120, 2019.

Alvenarias convencionais apresentam ainda as seguintes características que podem a tornar menos viável (SILVA, GONÇALVES e ALVARENGA, 2006):

- Por não se utilizar projeto de alvenaria, as soluções construtivas são improvisadas durante a execução;

- Devido a mão de obra ser pouco qualificada, são executadas com facilidade, mas nem sempre com a qualidade desejada;
- Para a passagem de instalações e embutimento de caixas, as paredes são seccionadas. Em seguida, são feitos remendos com a utilização de argamassa para o preenchimento dos vazios;
- Elevado desperdício de materiais devido à quebra de tijolos no transporte e na execução;
- A falta de controle na execução faz com que problemas sejam detectados somente por ocasião da conferência de prumo do revestimento externo, gerando elevados consumos de argamassa e aumento das ações permanentes atuantes na estrutura;
- Problemas de ligação da estrutura com a alvenaria, causando problemas futuros.

Todos esses fatores são importantes, visto que, de acordo com o tipo de obra, a alvenaria convencional pode ser ou não viável, quando comparada a outros sistemas. Sendo assim, é de extrema importância que o profissional tenha conhecimento sobre essas características para definir o sistema construtivo a ser utilizado.

5.2 Vantagens e Desvantagens do Sistema *Monolite*

O sistema *monolite* apresenta grande simplicidade e rapidez na montagem, além de poder ser aplicado nas mais variadas formas arquitetônicas. Além disso, proporciona racionalização aos projetos por ter características modulares (BERTOLDI, 2007).

O sistema apresenta também grande leveza. As densidades do isopor variam entre 10 e 30 kg/m³, reduzindo consideravelmente o peso das construções quando utilizado como sistema construtivo (MORAES e BRASIL, 2015). Medeiros (2017), em seus estudos, considera o peso de uma parede de painel *monolite* de 1,00 kN/m², a qual é composta por núcleo de EPS de 6 cm e duas faces de argamassa estrutural com 2 cm de espessura cada, tendo como espessura final 10 cm.

Bertoldi (2007) cita ainda as seguintes vantagens do sistema:

- Melhora o ambiente construído, visto que o EPS possui baixa condutividade térmica, proporcionando assim um bom desempenho térmico ao sistema;
- Redução de desperdícios ao processo de construção;
- Mão de obra reduzida para montagem dos painéis;

- Economia na fundação, por ser mais leve que outro tipo de vedação;
- Melhor controle da execução, aumentando a qualidade;
- Possibilidade de integração a outros sistemas construtivos;
- Resistente a sismo;
- Realização de instalações elétricas e sanitárias de forma simplificada;
- Alta capacidade hidrófuga isolante.

Em relação as limitações do sistema de painéis em EPS, pode-se citar a restrição quanto ao porte da obra, visto que o sistema é indicado para edificações de até 4 pavimentos, quando utilizado como sistema estrutural (PAVESI e PFUTZENREUTER, 2017). Contudo, para utilização como alvenaria de vedação, não há restrições.

Pode-se ressaltar como desvantagens da utilização do sistema *monolite* de acordo com Moraes e Brasil (2015):

- Falta de conhecimento do consumidor sobre o sistema;
- Baixa aderência ao reboco;
- Degradação do material quando exposto a altas temperaturas (incêndio).

Tessari (2006) aponta como principal desvantagem a baixa aderência do reboco no EPS. Para solucionar o problema, desenvolveu-se blocos de EPS com uma certa rugosidade capaz de proporcionar uma interface melhor entre o revestimento e o poliestireno expandido.

Bertini (2002) destaca ainda como uma desvantagem a falta de estudos científicos a respeito, o que ocorre ainda na atualidade, dessa forma, geralmente as obras são executadas de acordo com a experiência do construtor.

5.2.1 Comportamento ao fogo

“O desempenho quanto à segurança contra o fogo de uma alvenaria corresponde ao comportamento da alvenaria quando exposta a um incêndio” (BALTHAZAR, 2006). O fogo se inicia quando quatro fatores presentes, sendo eles: combustível, comburente, calor e reação em cadeia.

Segundo Balthazar (2006), o desempenho das alvenarias frente ao fogo é um dos fatores de grande relevância para a segurança dos usuários, pois, pode comprometer vidas humanas. “A resistência ao fogo de uma estrutura está ligada ao tempo em que ela é capaz de oferecer resistência adequada as solicitações para as quais foi projetada na situação de incêndio” (DUPIM, 2019).

Logo, é de grande importância conhecer o comportamento do sistema construtivo quando este é exposto ao fogo, para que a segurança da edificação não seja comprometida durante um incêndio, e para estabelecer os limites de uso em relação a exposição ao calor, visto que o EPS “é um material que apresenta perda de resistência e de massa quando exposto a altas temperaturas” (SIQUEIRA, 2017).

O EPS não é inflamado por faíscas ou resíduos em brasa, provenientes, de soldas elétricas ou por pontas acesas de cigarros, por exemplo. Apenas chamas acesas podem inflamá-lo, quando aplicadas sobre o material (BERTOLDI, 2007).

O ar contido na estrutura celular do EPS não contém oxigênio suficiente para a combustão, nem mesmo incompleta do material, visto que, seria necessária uma quantidade 130 vezes maior de ar, em volume, para ocorrer a combustão. Dessa forma, não ocorrerá a combustão do EPS, já que a camada de argamassa do sistema *monolite*, impede a chegada do oxigênio até o poliestireno expandido. Contudo, quando submetido a altas temperaturas, há uma perda progressiva de resistência a compressão, sem ocorrer inflamação e combustão, até que receba a quantidade suficiente de oxigênio para que isso ocorra (BERTOLDI, 2007).

Ao se analisar a segurança contra incêndio das construções, é importante examinar o comportamento dos elementos construtivos vistos como conjuntos, e não o comportamento dos materiais, considerados isoladamente. Isto é de especial importância, no caso do poliestireno expandido, cujo comportamento, frente à ação do fogo, que lhe é aplicado, em forma direta, como descrito anteriormente (BERTOLDI, 2007).

Ainda de acordo com Bertoldi (2007), o problema do EPS está na liberação de gases tóxicos, como o gás carbônico, quando sofre a combustão, o que pode afetar as condições de evacuação do edifício. Assim, verifica-se que, maiores temperaturas, provocam efeitos desfavoráveis sobre a toxicidade dos gases da combustão do EPS, contudo, porém a contribuição calorífica deste material ao balanço energético total, no caso de um incêndio em um edifício, é baixa (SIQUEIRA, 2017).

Portanto, com base na bibliografia levantada, tem-se que o sistema *monolite* apresenta uma fragilidade, onde mesmo não propagando chamas, perde massa quando exposto a altas temperaturas, tendo isso como um ponto negativo já que isso afeta outras características, como a sua condutividade térmica, que apresenta bons índices.

5.3 Tempo de execução dos Sistemas

De acordo com Bertoldi (2007), o sistema *monolite*, além de diminuir a quantidade de mão de obra, reduz também o tempo de execução, tendo assim uma maior confiabilidade

nos prazos de entrega. De acordo com Lueble (2004) quando os painéis já vêm prontos de fábrica o tempo de execução pode ser reduzido em até 70% quando comparado ao sistema convencional.

Mazuco e Lima (2018) fizeram um estudo a fim de comparar o tempo de execução do sistema *monolite* e do sistema convencional. Para isso, coletaram em campo os dados de duas obras as quais foram construídas utilizando os painéis de EPS. Os dados do sistema convencional foram baseados na tabela PINI (2009). No estudo compararam a produtividade dos sistemas para levantar a alvenaria e montar os painéis e executar o revestimento, em uma obra com 327,00 m² de alvenaria e uma outra com 477,00 m² de alvenaria. Os resultados obtidos pelos autores estão apresentados na Tabela 4 e Tabela 5.

Tabela 4 - Produtividade Obras 327,20 m²

	Alvenaria	Revestimento	Total
Sistema <i>Monolite</i>	25 dias	50 dias	75 dias
Sistema Convencional	41 dias	94 dias	135 dias
Convencional/<i>Monolite</i>	39%	46,81%	44,44%

Fonte: Adaptado de Mazuco e Lima, 2018

Tabela 5 - Produtividade Obras 477,00 m²

	Alvenaria	Revestimento	Total
Sistema <i>Monolite</i>	37 dias	73 dias	110 dias
Sistema Convencional	60 dias	136 dias	196 dias
Convencional/<i>Monolite</i>	38,3%	46,81%	43,88%

Fonte: Adaptado de Mazuco e Lima, 2018

Como pode ser observado, mesmo com o aumento da obra, em cerca de 30%, houve um aumento no tempo de execução, tanto para a alvenaria quanto para o revestimento, variando pouco a razão entre a produtividade do sistema convencional e do sistema *monolite*, ou seja, houve uma variação total proporcional.

Tendo em vista os resultados apresentados, pode-se concluir que o sistema *monolite*, quanto ao tempo de execução, apresenta um ganho na produtividade, que se traduz em uma economia financeira, que deve ser ponderada junto a outras questões para que então possa ser feita uma análise global de viabilidade do sistema.

5.4 Estanqueidade

Um grande problema nas edificações é a questão da impermeabilização, visto que a infiltração pode causar fungos, mofo, deterioração prematura do acabamento, problemas nas estruturas (caso entre em contato com a armadura); além de ser prejudicial para a saúde de quem lá reside. Por mais que impermeabilização seja bem executada existe sempre a possibilidade de ocorrer infiltrações (MAZUCO e LIMA, 2018).

De acordo com Mazuco e Lima (2018), o sistema *monolite* tem comportamento de impermeabilizante, visto que a umidade externa não vai para o interior, pois a camada de argamassa externa não tem comunicação nenhuma com a camada de argamassa da parte interna. Já o sistema de alvenaria convencional, segundo Trevejo (2018), possui maior índice de absorção de água, devido ao maior grau de porosidade do material.

Contudo, em ambos os sistemas não se dispensa o uso de impermeabilizantes. Na alvenaria convencional para evitar a absorção de água, que causa o aparecimento de mofos e fungos, e no sistema *monolite* para impedir que a água entre em contato com a armadura do sistema, causando corrosão e comprometendo o sistema.

5.5 Sustentabilidade

A inclusão de práticas de sustentabilidade na construção é uma tendência crescente no mercado. “A noção de construção sustentável deve estar presente em todo o ciclo de vida do empreendimento, desde sua concepção até sua requalificação, desconstrução ou demolição” (CORRÊA, 2009).

No sistema *monolite*, o fator de maior importância é a questão da sustentabilidade, visto que ele é um dos que menos agride a natureza, comparados aos outros métodos, sendo mais limpo e gerando menos resíduos no canteiro de obras. Os resíduos gerados são 100% recicláveis e totalmente ecológicos (MAZUCO e LIMA, 2018).

De acordo com Bertoldi (2007) na indústria da construção de edifícios no Brasil ainda predominam os sistemas construtivos convencionais, que fazem uso de processos e métodos que apresentam grandes índices de desperdícios de materiais.

O sistema construtivo convencional, não é considerado sustentável, visto que, além do desperdício de materiais, há maior geração de poluentes, menor produtividade dos trabalhadores e menor qualidade das edificações em relação aos sistemas construtivos industrializados (LACERDA, 2014).

Dessa forma, a execução do sistema *monolite*, gera menor quantidade de resíduos quando comparada com o sistema de alvenaria convencional. Esse fato converge com alguns dos princípios básicos da construção sustentável apresentados pela Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA).

Não é possível afirmar que o sistema monolite é mais sustentável do que a alvenaria convencional somente com base em suas respectivas produções de resíduos, onde deve-se levar em consideração outras questões, como por exemplo o processo de extração da matéria prima, fabricação e transporte, que impactam significativamente na análise.

5.6 Desempenho Termoacústico

O desempenho termoacústico das alvenarias de vedação está ligado às condições de conforto e habitabilidade da edificação, assim, deve-se considerar todos os componentes de vedação vertical e das vedações horizontais, ou seja, depende da característica de todos os elementos construtivos pelo qual é constituída (BALTOKOSKI, 2015).

5.6.1 Desempenho Térmico

“O conceito de desempenho térmico é a clara definição do comportamento térmico esperado dos materiais e dos componentes da edificação, que participam da caracterização do desempenho térmico global da mesma, em termos das variáveis ambientais.” (BOGO, 1996).

Segundo Bogo (1996) algumas características espaciais da edificação - como forma, orientação, obstruções vizinhas, proteções solares e características dos materiais construtivos, influenciam as propriedades dos materiais em relação a recepção e emissão de energia radiante - influenciam no desempenho térmico da edificação. Ou seja, influenciam os processos de troca de calor existentes na edificação.

A NBR 15220 (ABNT, 2005) que divide o Brasil em oito zonas bioclimáticas, estabelece algumas diretrizes construtivas as quais devem ser seguidas para estabelecer um desempenho térmico de uma edificação. Essa norma diferencia as vedações externas em leve, leve fletora e pesada, e faz recomendações para adequação da edificação ao clima local através de valores admissíveis de transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar a serem atendidos por estas vedações, apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação externa

Vedações Externas	Transmitância térmica – U	Atraso térmico - Φ	Fator solar - FSo
-------------------	---------------------------	-------------------------	-------------------

	W/m².K	h	%
Leve	$U \leq 3,00$	$\Phi \leq 4,30$	$FS_o \leq 5,0$
Leve Refletora	$U \leq 3,60$	$\Phi \leq 4,30$	$FS_o \leq 4,0$
Pesada	$U \leq 2,20$	$\Phi \leq 6,50$	$FS_o \leq 3,5$

Fonte: ABNT NBR 15220-3, 2005.

Segundo Bertoldi (2007) a transmitância térmica, é o parâmetro que caracteriza os elementos construtivos quanto a sua capacidade de transmitir calor, ou seja, o seu grau de isolamento. Sendo assim, um coeficiente baixo indica um isolamento térmico elevado. Já o fator solar é a relação entre o fluxo de calor que é transmitido por um elemento de vedação, devido à radiação solar incidente.

O atraso térmico, de acordo com a NBR 15220-1 (ABNT, 2005) é “o tempo transcorrido, entre uma variação térmica ocorrida em um meio e sua manifestação na superfície oposta de um componente construtivo submetido a um regime periódico de transmissão de calor”, ou seja, é o “tempo que leva para que uma defasagem de amplitude de temperatura externa se manifeste na parte interna de uma edificação, e vice-versa” (SIQUEIRA, 2017).

A Tabela 7 e a Tabela 8 citam os valores de referência para o desempenho térmico de edificações, sendo os níveis de desempenho divididos em mínimo (M), intermediário (I) e superior (S), que são estabelecidos pela NBR 15575-1 (ABNT, 2013)

Tabela 7 - Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de verão

Nível de desempenho	Critério	
	Zonas 1 a 7	Zona 8
M	$T_{i,max} \leq T_{e,max}$	$T_{i,max} \leq T_{e,max}$
I	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 2^\circ \text{C})$	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 1^\circ \text{C})$
S	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 4^\circ \text{C})$	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 2^\circ \text{C})$ e $T_{i,min} \leq (T_{e,min} + 1^\circ \text{C})$

$T_{i,max}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius;

$T_{e,max}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus Celsius;

$T_{i,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius;

$T_{e,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus Celsius;

Nota: Zonas bioclimáticas de acordo com a ABNT NBR 15220-3

Fonte: ABNT NBR 15575-1, 2013.

Tabela 8 - Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de inverno

Nível de desempenho	Critério	
	Zonas 1 a 5	Zona 6, 7 e 8

M	$T_{i,min} \geq (T_{e,min} + 3^{\circ} \text{ C})$	Nestas zonas, este critério não precisa ser verificado
I	$T_{i,min} \geq (T_{e,min} + 5^{\circ} \text{ C})$	
S	$T_{i,min} \geq (T_{e,min} + 7^{\circ} \text{ C})$	

$T_{i,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius;

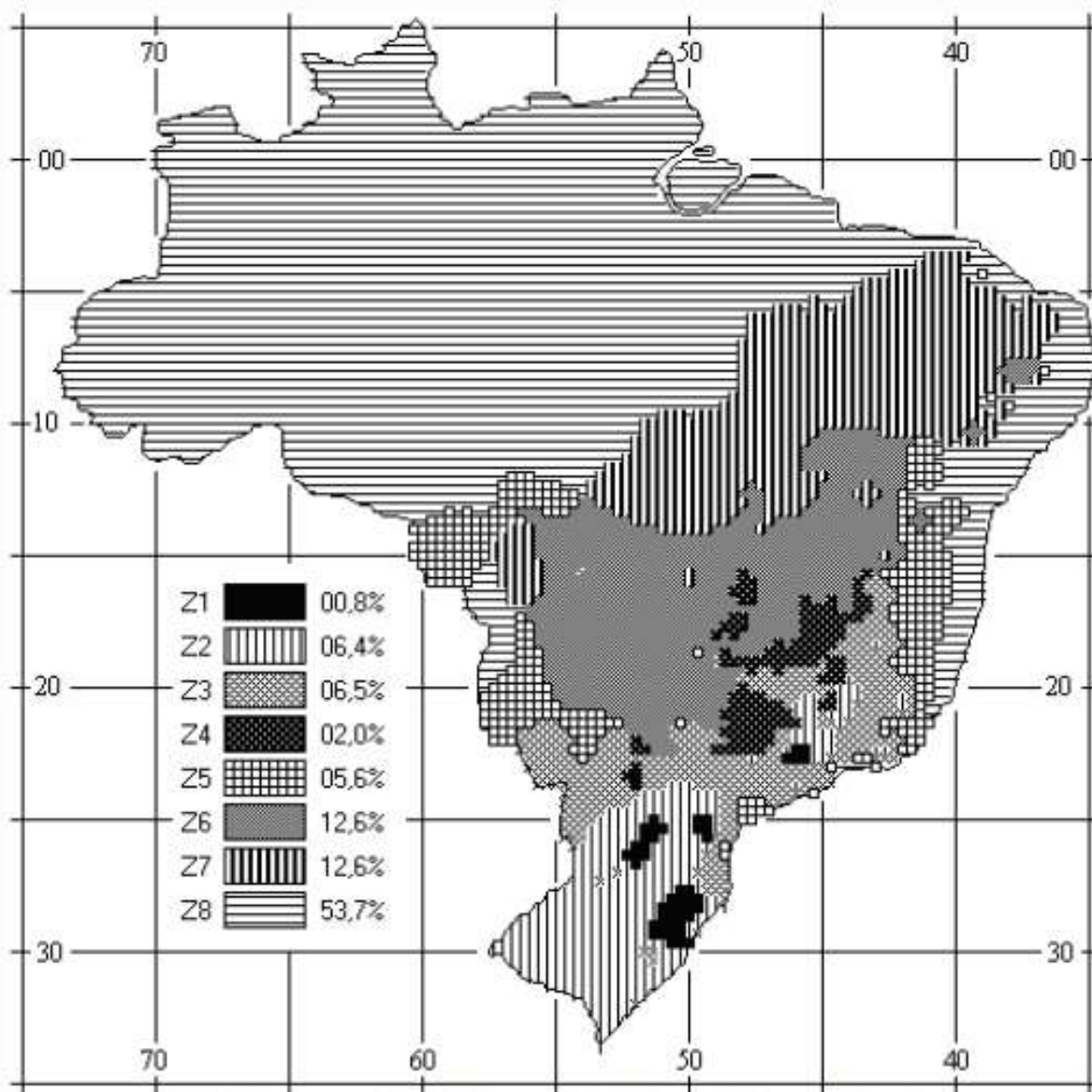
$T_{e,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus Celsius;

Nota: Zonas bioclimáticas de acordo com a ABNT NBR 15220-3

Fonte: ABNT NBR 15575-1, 2013.

O zoneamento bioclimático brasileiro compreende oito diferentes zonas, conforme Figura 33.

Figura 33 - Zoneamento bioclimático brasileiro



Fonte: ABNT NBR 15220-3, 2005.

Baltokoski (2015) afirma que na alvenaria convencional “os valores de resistência e capacidade térmica, estão diretamente ligadas ao tijolo cerâmico que será usado, bem como seu acabamento, no qual a espessura do reboco também irá influenciar”.

A NBR 15220-3 (ABNT, 2005) apresenta ainda valores de transmitância e capacidade térmica e atraso térmico para algumas configurações de alvenaria mais usuais. Esses valores estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 -Transmitância e capacidade térmica para alguns sistemas de paredes

Parede	Transmitância térmica U (W/(m².K))	Capacidade térmica Ct (kJ/(m².K))	Atraso térmico Φ (h)
Parede de tijolos maciços aparentes Dimensões do tijolo: 10,0 cm x 6,0 cm x 22,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura total da parede: 10,0 cm	3,7	149	2,4
Parede de tijolos de 6 furos quadrados, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 9,0 cm x 14,0 cm x 19,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 14,0 cm	2,48	159	3,3
Parede de tijolos de 8 furos quadrados, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 9,0 cm x 19,0 cm x 19,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 14,0 cm	2,49	158	3,3
Parede de tijolos de 8 furos circulares, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 10,0 cm x 20,0 cm x 20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 15,0 cm	2,24	167	3,7

Parede	Transmitância térmica U (W/(m².K))	Capacidade térmica Ct (kJ/(m².K))	Atraso térmico Φ (h)
Parede de tijolos de 6 furos circulares, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 10,0 cm x 15,0 cm x 20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 15,0 cm	2,28	168	3,7
Parede com 4 furos circulares Dimensões do tijolo: 9,5 cm x 9,5 cm x 20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 14,5 cm	2,49	186	3,7
Parede de blocos cerâmicos de 3 furos Dimensões do bloco: 13,0 cm x 28,0 cm x 18,5 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 18,0 cm	2,43	192	3,8
Parede de tijolos maciços, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 10,0 cm x 6,0 cm x 22,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 15,0 cm	3,13	255	3,8
Parede de blocos cerâmicos de 2 furos Dimensões do bloco: 14,0 cm x 29,5 cm x 19,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 19,0 cm	2,45	203	4,0
Parede de tijolos de 6 furos quadrados, assentados na maior dimensão Dimensões do tijolo: 9,0 cm x 14,0 cm x 19,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 19,0 cm	2,02	192	4,5

Parede	Transmitância térmica U (W/(m².K))	Capacidade térmica Ct (kJ/(m².K))	Atraso térmico Φ (h)
Parede de tijolos de 6 furos circulares, assentados na maior dimensão Dimensões do tijolo: 10,0 cm x 15,0 cm x 20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 20,0 cm	1,92	202	4,8
Parede de tijolos de 8 furos quadrados, assentados na maior dimensão Dimensões do tijolo: 9,0 cm x 19,0 cm x 19,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 24,0 cm	1,8	231	5,9
Parede de tijolos de 8 furos circulares, assentados na maior dimensão Dimensões do tijolo: 10,0 cm x 20,0 cm x 20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 25,0 cm	1,61	232	5,9

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 15220-3, 2005.

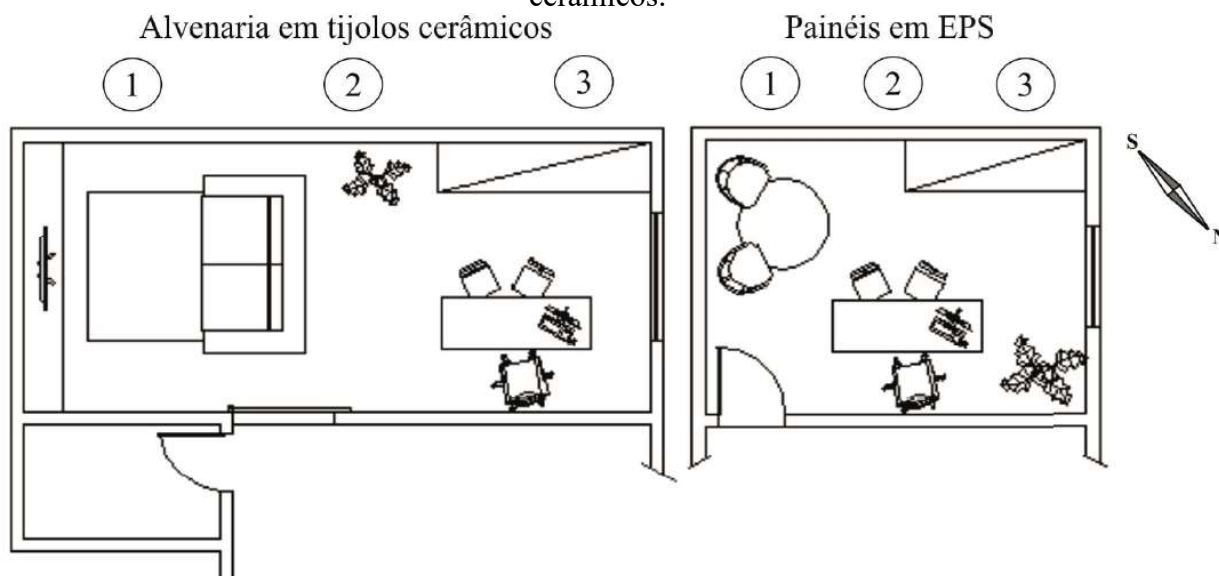
É de comum acordo entre autores que estudam o sistema construtivo o bom isolamento térmico que o mesmo proporciona, devido a utilização do EPS. De acordo com a ABRAPEX (2006), um metro cúbico de EPS contém de 3 a 6 milhões de glóbulos fechados e cheios de ar, o que lhe garante extrema leveza e excelente isolamento térmico.

Novais *et al.* (2013) realizaram estudo de caso, na cidade de Cuiabá (MT), uma região com temperatura média anual de 29 °C, considerada como clima quente, para comparar o desempenho térmico acústico de sistemas de vedação convencional e em EPS. Os dados de temperaturas superficiais das paredes foram coletados com um termômetro infravermelho, que possui abrangência térmica de -50 °C a 1000 °C ±1,0 %.

Realizou-se a medição em dois cômodos, um executado com alvenaria de tijolo cerâmico e o segundo em painéis de EPS com 5 cm de espessura. As paredes analisadas estavam voltadas para a mesma direção e não havia nenhum sombreamento externo, sendo assim submetidas as mesmas condições de ventilação. Pode-se observar o projeto dos cômodos

analisados na Figura 34, cujos números indicados mostram os locais de medição de temperatura na superfície da alvenaria.

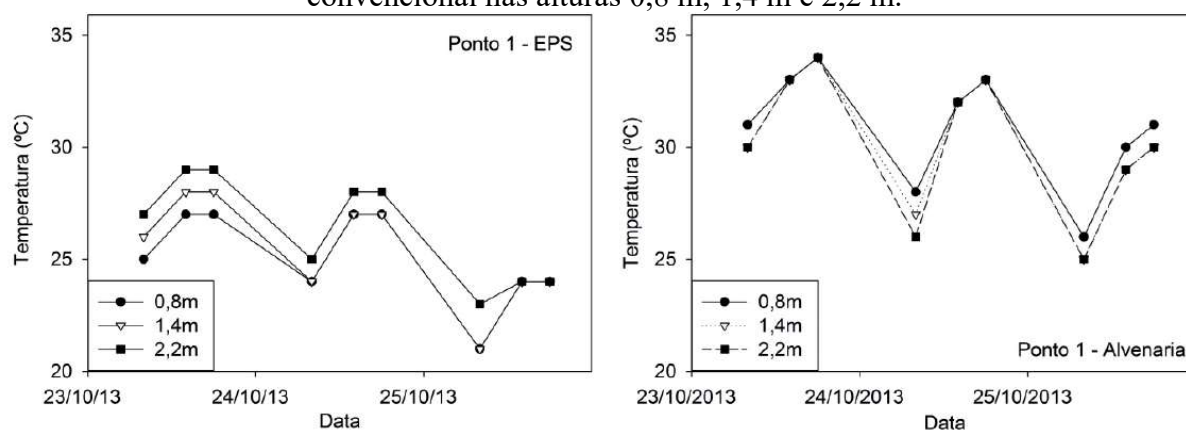
Figura 34 - Projeto arquitetônico da residência em painéis em EPS e alvenaria de tijolos cerâmicos.



Fonte: NOVAIS *et al.*, 2013.

As medidas foram realizadas na superfície das paredes internas, em três dias consecutivos e três horários diferentes, às 08:00, 14:00 e 18:00 horas, e em três alturas, 0,8 m, 1,4 m e 2,2 m. Para o ponto 1, obtiveram os resultados apresentados na Figura 35.

Figura 35 - Temperatura interna das paredes frontais com painel EPS e em alvenaria convencional nas alturas 0,8 m, 1,4 m e 2,2 m.



Fonte: NOVAIS *et al.*, 2013.

Novais *et al.* (2013) calcularam as diferenças de temperatura interior entre os dois sistemas analisados, e encontraram uma média geral de 4,63 °C de diferença. Os resultados obtidos no ponto 1 podem ser observados na Tabela 10.

Tabela 10 - Diferenças entre temperaturas (° C) internas de alvenaria em tijolos cerâmicos e painéis EPS na parede frontal nas alturas 0,8 m, 1,4 m e 2,2 m

Horário	23/10/2013			24/10/2013			25/10/2013			Média e		
	0,8m	1,4m	2,2m	0,8m	1,4m	2,2m	0,8m	1,4m	2,2m	Desvio Padrão		
8:00	6	4	3	4	4	4	4	5	3	4,11	±	0,93
14:00	6	5	4	5	5	5	6	5	6	5,22	±	0,67
18:00	7	6	5	6	5	5	4	3	4	5,00	±	1,22

Fonte: Adaptado de NOVAIS *et al.*, 2013.

No estudo, Novais *et al.* (2013) concluíram que a utilização dos painéis em EPS para construção da alvenaria, diminui em média, 5 °C na temperatura interna e ainda, no horário de maior temperatura interior, os painéis diminuíram em até 7 °C a temperatura do interior dos cômodos. Essa resistência de transferência de calor entre ambiente externo e interno foi atribuído, pelos autores, ao fato de que o poliestireno expandido é formado por 97 % de ar, sendo, portanto, um isolante térmico natural (INCROPERA, 1998 *apud* NOVAIS *et al.*, 2013).

O estudo apresentado indica uma vantagem considerável para o sistema monolite, tendo como benefícios, uma economia de energia em dias mais quentes, onde se demanda um menor esforço do ar-condicionado por exemplo. Além disso, em dias frios tem-se uma temperatura interna mais confortável, devido as propriedades do EPS.

Bertoldi (2007) realiza uma comparação na qual afirma, que para obter um valor de Transmitância térmica de 1,266 W/m²K, uma alvenaria de tijolos cerâmicos deveria ter uma espessura de 28 cm enquanto se utilizado o sistema *monolite*, deveria ter espessura de 8 cm, com uma chapa de EPS com espessura de 2,5 cm, sendo assim, 1/3 da espessura da alvenaria convencional, onde seus resultados podem ser observados na Tabela 11.

Essa diferença apresentada pode acarretar maiores gastos com infraestrutura e superestrutura visto que uma maior espessura da alvenaria convencional significa uma maior carga nestes elementos, além de apresentar um menor aproveitamento da área construída.

Tabela 11 - Comparações das espessuras das placas em EPS com alvenaria de bloco cerâmico para uma mesma transmitância térmica

Descrição	Espessura EPS (mm)	Densidade EPS (kg/m ³)	Espessura Painei Argamassado (mm)	Espessura equivalente Alvenaria cerâmica (mm)	Transmitância Térmica (W/m ² °C)
Painel Parede Ondulado-25	25	10	80	280	1,26633
Painel Parede Ondulado-50	50	10	110	550	0,720
Painel Parede Ondulado-90	90	10	150	980	0,430
Painel Parede Ondulado-140	140	10	200	1510	0,289

Fonte: Adaptado de Bertoldi, 2007.

Observando os estudos feitos por Bertoldi (2007) e Novais *et al.* (2013), pode se notar a eficiência do sistema *monolite* no que se diz respeito ao isolamento térmico de uma edificação, quando comparado a alvenaria de blocos cerâmicos. A alvenaria de painéis em EPS atende os valores de transmitância térmica indicadas na Tabela 6, para paredes leves, leves refletores e pesadas, sendo assim, o sistema pode ser utilizado nas 8 zonas bioclimáticas do Brasil determinadas pela NBR 15220-3 (ABNT, 2005).

5.6.2 Desempenho Acústico

Thomazelli (2008) afirma que isolamento acústico:

“...está diretamente ligado com a parte transmitida de uma onda que incide em alguma superfície. Um bom isolamento é aquele cuja fração de energia sonora que é transmitida de um ambiente a outro, separados por uma superfície, é a menor possível.”

A unidade de medida de desempenho acústico é o decibel (dB), “uma unidade logarítmica que indica a proporção de uma quantidade física em relação a um nível de referência especificado ou implícito” (BALTOKOSKI, 2015).

Considera-se para verificação dos níveis de ruídos permitidos na habitação, segundo a NBR 15.575 (ABNT, 2013), a diferença padronizada de nível ponderada (DnT,w), promovida pela vedação entre ambientes. Os valores de desempenhos mínimos de diferença padronizada de nível ponderada, DnT,w, que sistemas de vedação vertical interna devem alcançar, estão representados na Tabela 12.

Tabela 12 - Valores mínimos de diferença padronizada de nível ponderada (DnT,w).

Elemento	DnT,w (dB)
Parede entre unidade habitacional sem dormitório.	≥ 40
Parede entre unidade habitacional com pelo menos um dormitório.	≥ 45
Paredes cegas de dormitórios e áreas comuns de trânsito eventual.	≥ 40
Paredes cegas de salas e áreas comuns de trânsito eventual.	≥ 30
Parede entre uma unidade habitacional e áreas comuns com permanência de pessoas.	≥ 45
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall.	≥ 40

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 15575, 2013.

Na Tabela 13 estão os valores de Resistência (Rw), em decibéis, médios para alguns métodos construtivos.

Tabela 13 - Valores de resistência (Rw) médios

Tipo de parede	Largura do bloco/ tijolo (cm)	Revestimento	Massa Aproximada	Rw (dB)
Blocos Vazados de concreto	9	Argamassa	180 kg/m ²	41
	11,5	1,5cm em cada face	210 kg/m ²	42
	14		230 kg/m ²	45
Blocos vazados de cerâmica	9	Argamassa	120 kg/m ²	38
	11,5	1,5cm em cada face	150 kg/m ²	40
	14		180 kg/m ²	42
Tijolos maciços de barro cozido	11	Argamassa 2cm	260 kg/m ²	45
	15	em cada face	320 kg/m ²	47

Fonte: Adaptado de Martins, 2013.

Martins (2013) faz a observação de que os valores das alvenarias da Tabela 13 referem-se a “ensaios realizados com juntas horizontais e juntas verticais totalmente preenchidas. Para blocos cerâmicos vazados pode haver variação bastante significativa em função de geometria dos blocos e da direção dos furos”

Segundo Souza (2019), o EPS não é um bom isolante acústico e para ser utilizado para esse fim, o material necessita sofrer um tratamento específico prévio. As placas de EPS devem ser rompidas para que, através de prensagem ou calandragem, se abram as micro células. Para isso, as placas devem passar por dois cilindros com uma abertura de 1/3 da sua espessura,

ou então devem sofrer uma compressão para chegarem a 1/3 da sua espessura original (ABRAPEX, 2006).

Krüger e Zannin (2006) realizaram um estudo, onde mediram o coeficiente de isolamento acústico da fachada e de uma parede interna e uma externa de uma residência, as quais foram construídas utilizando painéis de EPS, em que as placas possuíam espessura de 9 cm, com aplicação de 1,5 cm de argamassa estrutural em ambos os lados. Para o ensaio da parede externa, utilizou-se o ruído de tráfego como fonte sonora, conforme recomenda a norma ISO 140-5. Para a determinação do coeficiente de isolamento acústico da parede interna utilizou-se, na emissão do sinal acústico, a fonte sonora dodecaédrica BK 4296.

No estudo de Krüger e Zannin (2006) o valor do coeficiente de isolamento acústico medido para a divisória interna avaliada foi de $R_1 w = 30$ dB. Já o valor do coeficiente de isolamento acústico medido para a fachada foi de $R' w = 18$ dB. Dessa forma, apresentou valores inferiores aos apresentados pelo sistema de alvenaria convencional.

Von Krüger (2000), analisou uma parede com espessura total de 100 mm composta por alma em poliestireno expandido de 40 mm entre duas malhas metálicas com 30 mm de argamassa projetada, que apresentou como resultado do isolamento acústico 35 dB.

Com os estudos apresentados, nota-se a diferença do comportamento do monolite em relação ao desempenho acústico, quando este tem a espessura do seu revestimento aumentada, apresentando um melhor desempenho acústico, confirmando assim que o isopor não apresenta uma boa resistência a propagação do som.

5.7 Normativas

Para os sistemas estudados na presente pesquisa, existem normativas que orientam quanto ao comportamento dos elementos, bem como ensaios de resistência e procedimentos de execução.

O EPS é amplamente utilizado em obras de estradas, pontes, prédios e residências desde os anos 60 (BALBINO, 2020). Dessa forma, se torna imprescindível a elaboração de normas regulamentadoras sobre o uso do material na construção civil, contudo ainda não existem normas técnicas prescritivas nacionais, que padronizam o uso do poliestireno expandido nos painéis para construção de paredes, como vedação ou com função estrutural. Para outras aplicações, é 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 8082/2016 - Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmica - Determinação da resistência à compressão;
- NBR 11752/2016 - Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial - Especificação;
- 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.

Quanto ao uso de tijolos e blocos cerâmicos para a construção de alvenarias de vedação, denominado aqui como alvenaria convencional, tem como principais normas regulamentadoras:

- NBR 15270-1/2017 -Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria - Parte 1: Requisitos;
- NBR 15270-2/2017 - Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria - Parte 2: Métodos de ensaios;
- NBR 6136/2016 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos;
- NBR 10834/2012 - Bloco de solo-cimento sem função estrutural - Requisitos;
- NBR 10836/2013 - Bloco de solo-cimento sem função estrutural - Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água - Método de ensaio;
- NBR 8545/1984 - Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos - Procedimento;
- NBR 13281/2005 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos.

Como se pode avaliar, o sistema *monolite* não possui normativas exclusivas, como por exemplo um procedimento de execução, método de ensaio de resistência, requisitos para avaliação e classificação dos painéis. Tudo isso demonstra a importância de estudos e pesquisas perante a uma nova solução para alvenaria vedação e estrutural.

5.8 Resistência Mecânica

5.8.1 Resistência mecânica do Sistema em Painéis Monolíticos

A inexistência de referências bibliográficas e normativas sobre o sistema monolítico em EPS a respeito de execução, padronização do material e procedimento dificulta a análise de resistência deste componente. Dessa forma, utiliza-se neste trabalho, os resultados de ensaios oferecidos pelas empresas fornecedoras, para o tipo de painel (placa, malha e traço do revestimento) fabricados por elas.

A empresa Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos (2020) forneceu relatórios de ensaios realizados para verificação do atendimento do sistema aos requisitos mínimos da norma de desempenho NBR 15575 (ABNT, 2013). Respeita-se o Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT), no qual dispõem a respeito de paredes moldadas no local, constituídas por componentes de poliestireno expandido, aço e argamassa, microconcreto ou concreto, na diretriz SINAT nº11.

O SINAT avalia omissões das normas técnicas, ou seja, verifica sistemas não compreendidos por normas técnicas prescritivas.

Os painéis da fabricante foram submetidos aos seguintes ensaios para analisar a sua eficiência:

- Ensaio de corpo mole e duro;
- Ensaio de ação de cargas suspensa;
- Ensaio de ações transmitidas por portas;
- Ensaio de aderência à tração;
- Ensaio de resistência à compressão.

5.8.1.1 Resultado do ensaio de impacto de corpo mole e duro

De acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2013) o ensaio de impactos de corpo duro visa simular ações contra a edificação. Estes choques são os que podem ocorrer por meio da utilização da alvenaria e até mesmo por atos de vandalismo.

Para o painel analisado, a fornecedora do material Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos (2020), disponibiliza relatório de ensaio de impacto de corpo mole e duro, onde avaliou-se a resistência da parede acabada. Os relatórios de ensaio podem ser conferidos no ANEXO A, no qual concluiu-se que não houve falhas, ruptura ou transpasse da parede.

5.8.1.2 Ensaio de ações transmitidas por portas

A avaliação do impacto no sistema construtivo de esforços oriundos de fechamentos bruscos da porta seguiu as diretrizes contidas na NBR 15575 (ABNT, 2013), NBR 15930 (ABNT, 2018), NBR 11675 (ABNT, 2016) e NBR 10821 (ABNT, 2017). Também é possível avaliar, neste caso, a resistência ao impacto de corpo mole na porta.

Os resultados obtidos nos ensaios podem ser verificados no ANEXO B, onde consta o atendimento dos requisitos estabelecidos ao nível de desempenho mínimo.

5.8.1.3 Ensaio de ações de cargas suspensas

Ensaio realizado para avaliar o comportamento da parede revestida com argamassa sob ações de cargas suspensas, cargas essas que podem advir de buchas de fixação de lavatórios, armários e quadros. A NBR 15575 (ABNT, 2013) e NBR 11678 (ABNT, 2010), determinam ensaios nos quais se avaliam os deslocamentos horizontais provocados por estas ações.

Nos relatórios de ensaio de ações de cargas suspensas (oferecidos pela empresa citada), contido em sua íntegra no ANEXO C, consta que não ocorreram falhas que comprometessem o estado limite de serviço.

5.8.1.4 Ensaio de aderência à tração

A fim de se verificar a aderência da argamassa na placa de EPS, é necessário um ensaio seguindo as diretrizes da NBR 13749 (ABNT, 2013).

No ensaio realizado no painel *monolite* pela empresa Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos (2020), indica valores superiores ao mínimo requerido pela norma regulamentadora, podendo ser visualizado no ANEXO D.

5.8.1.5 Ensaio de resistência à compressão

Para se determinar a resistência a compressão do painel estudado, a fabricante realizou um ensaio, que foi adaptado da NBR 15961 (ABNT, 2011) que contém requisitos mínimos para alvenaria estrutural.

Os resultados podem ser consultados no ANEXO E, onde é exposta uma resistência de 1,91 MPa para a parede ensaiada, com as especificações do relatório.

5.8.2 Resistência mecânica do Sistema Convencional

De acordo com Leite (2015) “na alvenaria deve haver uma compatibilidade nas características mecânicas entre os tipos de bloco e a capacidade resistente da argamassa de assentamento”. Isto porque as rupturas observadas nos ensaios realizados ocorrem por indução de tensões de tração no bloco ou por esmagamento da junta de assentamento da argamassa (MOHAMAD *et al.*, 2009).

O processo de ruptura da alvenaria acontece inicialmente pelo esmagamento da junta de argamassa e o posterior esfacelamento da superfície de contato entre o bloco e a argamassa, de acordo com os estudos de MOHAMAD *et al.* (2009). Três tipos de ruptura à compressão podem ocorrer na alvenaria:

- Ruptura dos blocos: se manifesta pelo surgimento de uma fissura vertical que passa pelos blocos e juntas de argamassa;
- Ruptura da argamassa: ocorre o esmagamento das juntas, podendo ocorrer o esfarelamento da argamassa presente na junta;
- Ruptura do conjunto: a ruptura se dá pelo surgimento de fissura vertical no conjunto, porém precedida de indícios de ruptura conjunta da argamassa.

Sendo assim, “a combinação ideal entre blocos e argamassas deve ser a que conduza, nos ensaios laboratoriais, a uma ruptura do conjunto como um todo, ou seja, das juntas e dos blocos concomitantemente” (LEITE, 2015).

A resistência à compressão das paredes de alvenaria depende alguns fatores, sendo eles (CAMACHO, 2006):

- Resistência das unidades (blocos);
- Resistência da argamassa;
- Qualidade da mão de obra (controle da argamassa, das juntas e do prumo);
- Esbeltez do elemento.

Os valores mínimos de resistência mecânica para blocos de vedação são indicados pela NBR 15270 (ABNT, 2017), conforme Tabela 14.

Tabela 14 - Valores de resistência mecânica dos blocos

Posição dos furos	Resistência mecânica f_b (MPa)
Blocos com furos na horizontal	$\geq 1,5$
Blocos com furos na vertical	$\geq 3,0$

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 15270, 2017

Contudo, a alvenaria de vedação tem como função suportar apenas o peso próprio e dos elementos nela inseridos - como janelas e portas - além de acessórios como armários (quando nela pendurados), quadros, prateleiras e outros. Por isso, os seus componentes não necessitam ter resistência significativa (CYRINO, 2012).

Mesmo com as explanações dos autores quanto a resistência das alvenarias, onde dizem que devem suportar apenas seu peso próprio, o sistema monolite surgiu com o objetivo de suportar grandes esforços e desempenhar a função de alvenaria estrutural, porém ainda se nota a insuficiência de estudos e normativas, que venham orientar e padronizar este sistema.

5.9 Resumo sobre as características analisadas de ambos os sistemas

Na Tabela 15 tem-se de forma resumida uma relação de vantagem e desvantagem dos sistemas em estudo, de acordo com o que foi apresentado anteriormente neste trabalho.

Tabela 15 - Vantagens e desvantagens (convencional x monolite)

	Alvenaria convencional	Monolite	Resumo da análise
Comportamento ao fogo			Não perde massa quando exposto ao fogo
Produtividade			Material (painel) mais leve
Estanqueidade			Ambos necessitam de impermeabilizantes
Sustentabilidade			Menos geração de resíduos na obra
Desempenho térmico			Menor índice de condutividade térmica
Desempenho acústico			Melhor desempenho de barramento ao som
Resistência mecânica			Melhor resultado em testes laboratoriais
Normativas			Não há normativas para o sistema monolite, mas há muitas normas disponíveis para o sistema em alvenaria convencional.

6 CONCLUSÕES

Neste trabalho analisou-se o sistema construtivo convencional (alvenaria em blocos cerâmicos) e o sistema *Monolite* nos quesitos do tempo de execução, custos, desperdícios, segurança, conforto e durabilidade.

O sistema monolítico, utilizando painéis de EPS, é considerado um material com elevado grau de industrialização, pois os painéis são produzidos industrialmente, os quais são montados no local e recebem o revestimento.

Com as pesquisas realizadas, observaram-se algumas vantagens e desvantagens do sistema monolítico quando comparado ao sistema convencional. Esses pontos são de extrema importância para analisar a viabilidade de cada sistema de acordo com o tipo de obra.

Como observado, o peso da alvenaria executada utilizando painéis de poliestireno expandido de 6 cm com 2 cm de revestimento em cada face é de 1,00 kN/m², enquanto a alvenaria de blocos cerâmicos, com 9 cm e revestimento de 2 cm em cada face pesa cerca de 1,6 kN/m (60% a mais). Essa diferença de carga pode influenciar no dimensionamento da infraestrutura e superestrutura da edificação, resultando em elementos mais robustos o que demanda mais material, aumentando os custos da obra.

Outro ponto importante em que se destaca a vantagem do sistema monolítico, é o desempenho térmico. Novais *et al.* (2013) observaram que no horário de maior temperatura interior, os painéis diminuíram em até 7°C a temperatura do interior dos cômodos. Ainda, de acordo com estudos de Bertoldi (2007), observou-se que para obter a mesma transmitância térmica de uma alvenaria em painéis de EPS de 8 cm a alvenaria convencional deveria ser executada com uma espessura de 28 cm, ou seja, 3,5 mais espessa.

Vale ressaltar o estudo realizado por Mazuco e Lima (2018), onde se concluiu que na execução de uma mesma área de alvenaria utilizando o sistema monolítico e o sistema convencional, houve um aumento de cerca de 44% na produtividade da mão de obra de quando executada utilizando os painéis de poliestireno expandido. Dessa forma, nota-se a que o tempo de execução é reduzido quando utilizado o sistema *monolite*, resultando em uma economia com mão de obra.

A sustentabilidade é um fator de grande importância que deve ser analisado na escolha do sistema construtivo a ser utilizado na construção. Nota-se então que, devido a necessidade de cortes na alvenaria para posicionamento dos elementos das instalações elétricas e hidráulicas, o sistema convencional gera uma grande quantidade de resíduos quando

comparada ao sistema monolítico. Assim, pode-se observar então que a necessidade de retirar e descartar esses resíduos gerados pode resultar em um aumento de custos e tempo na execução.

O sistema de alvenaria convencional também possui vantagens em relação ao sistema monolítico. Comparando os resultados de isolamento acústico de alvenarias de bloco cerâmico e alvenaria em painéis de EPS, o primeiro obteve melhores resultados, visto que o poliestireno expandido nas espessuras utilizadas não é um bom isolante acústico, devendo então passar por tratamentos específicos.

No Brasil ainda não existem normas para execução e especificação dos materiais utilizadas no sistema *monolite*, logo as informações são limitadas a fontes como *sites*, catálogos dos fornecedores, artigos e trabalhos acadêmicos. Necessita-se então de mais estudos e ensaios sobre o sistema para que facilite a utilização do mesmo. Já em relação ao sistema de alvenaria convencional, encontram-se normas e bibliografias com facilidade sobre procedimentos de execução e que definem requisitos mínimos aos quais os materiais devem atender para serem utilizados.

Em relação a estanqueidade, nenhum sistema se destaca muito sobre o outro. Isso é devido a necessidade de impermeabilização em ambos, já que a alvenaria convencional possui maior índice de absorção de água, devido ao maior grau de porosidade do material. Apesar do comportamento impermeabilizante do EPS, o processo de impermeabilização com produtos adequados evita o contato da água com a armadura, já que é um dos fatores responsáveis pela oxidação e corrosão do aço. Contudo, pelo fato da camada de argamassa externa não possuir comunicação com a camada de argamassa da parte interna, evita-se o aparecimento de mofo e fungos.

Sobre a resistência, comparando a utilização dos dois sistemas com função de vedação, esses devem suportar apenas o peso próprio e elementos que podem ser inseridos na alvenaria. Ambos atendem a esses requisitos, contudo, os materiais do *monolite* não possuem normativas específicas para atendimento dos materiais de forma a garantir a resistência necessária, dependendo de ensaios de fornecedores. Dessa forma, para utilização do mesmo, aconselha-se uma pesquisa sobre a fabricante do painel e os resultados fornecidos sobre os ensaios do material, analisando se atendem as necessidades da obra e para garantir que os mesmos atendem requisitos mínimos da NBR 15575, por exemplo, visto que, os painéis podem variar de uma fabricante para outra, devido à falta de normatização.

Por conseguinte, pode-se concluir que para determinadas obras, se mostra interessante o uso do sistema *monolite* ao invés do sistema convencional, baseado no menor

desperdício, entre outros fatores citados acima. Contudo, é necessário a criação de normativas a respeito do material, sendo imprescindível a realização de estudos nesta área.

REFERÊNCIAS

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

ARAÚJO, José Milton de. **Curso de concreto armado**. Rio Grande: Dunas, 2014. v.1, 4.ed.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Coletânea De Ativos: Parede De Concreto, 2007/2008**. Disponível em: < <https://abcp.org.br/download/coletanea-de-ativos-em-paredes-de-concreto-2007-2008/>>. Acessado em: 19 de maio de 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11752: Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial**. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 11 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1:2017: Componentes cerâmicos - Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos**. Rio de Janeiro, 2011, 15p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220: desempenho térmico de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edifícios Habitacionais: Desempenho**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120:2019: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019. 60 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7481:1990: Tela de aço soldada - Armadura para concreto**. Rio de Janeiro: ABNT, 1990. 7 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO POLIESTIRENO EXPANDIDO. **Manual de utilização – EPS na construção civil**. São Paulo, 2016.

BALBINO, Matheus de Souza. **Sistema Construtivo Em Painéis Monolíticos De Eps: Uma Solução Para A Construção De Habitações Populares No Brasil**. 2020. 107 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

BALTHAZAR, Cláudio Tomasella. **Critérios Para Opção Entre Tipos De Alvenaria**. 2006. 111 f. Monografia (Especialização) - Curso de Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BALTOKOSKI, Patrick Luan Cardoso. **Comparativo Térmico E Acústico Entre Os Métodos Construtivos, Alvenaria Convencional E Parede De Concreto Moldada No Local**. 2015. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.

BARRETO, Monalisa Nogueira. **Casa EPS: Edifício residencial em painéis monolíticos de poliestireno expandido**. 2017. 132 f. TCC (Graduação) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Fundamentos do concreto armado**. UNESP: Bauru, 2006. Disponível em: <
<https://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Fundamentos%20CA.pdf>>. Acesso em: 11 fevereiro 2021.

BATISTA, Joicy Alves. Et al. **Fundações Rasas Tipo Sapatas E Blocos – Ensaio SPT, Procedimento, Execução**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 12, Vol. 03, pp. 14-29, Dezembro de 2018. ISSN:2448-0959

BERTINI, Alexandre Araújo. **Estruturas Tipo Sanduíche com Placas de Argamassa Projetada**. 2002. 221 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2002.

BERTOLDI, Renato Hercílio. **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**. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 2007.

BLACK+DECKER: SOPRADOR TERMICO. SOPRADOR TERMICO. Ferramentas Elétricas. Disponível em: https://br.blackanddecker.global/pt-br/Power_Tools_Other_Tools_Heat_Gun/product/HG1500-B2/soprador-termico-1500w-220v. Acesso em: 15 setembro 2020.

BOGO, Amílcar José. **Análise Do Desempenho Térmico E Verificação Do Potencial De Uso Da Iluminação Natural Para Edificações Escolares**. 1996. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

BRUMAN Engenharia: Sistemas Construtivos. 2021. Disponível em: <http://www.brumanengenharia.com.br/mainTecnologia.html>. Acesso em: 11 fevereiro 2021.

CAMACHO, Jefferson Sidney. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**: UNESP/ Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural (NEPAE), Ilha Solteira-SP, 2006.

CASSAR, Bernardo Camargo. **Análise Comparativa De Sistemas Construtivos Para Empreendimentos Habitacionais: Alvenaria Convencional X Light Steel Frame**. 2018. 108 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

CONSTRUIR Sozinho: Faça sua Obra mais Barata com Contrapiso de Isopor (EPS). 2020. Disponível em: <https://construirsozinho.com.br/contrapiso-mais-barato-isopor-eps>. Acesso em: 16 setembro 2020.

CORREIA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade Na Construção Civil**. 2009. 70 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

CRIVELARO, Marcos; PINHEIRO, Antonio Carlos da Fonseca Bragança. **Materiais de Construção**. 1ª. ed. São Paulo: Érica, 2014.

CYRINO, Lucílio Flávio. **Influência Do Reboco E Do Reboco Armado Com Tela Soldada Na Resistência De Alvenaria De Vedação Submetida À Compressão Simples**. 2012. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia dos Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

D2R ENGENHARIA. **Vedações Verticais**. Disponível em: <https://d2rengenharia.com.br/vedacoes-verticais.php>. Acesso em: 18 maio 2021.

DUPIM, Rafael Henrique. **Resistência Residual de Compressão de Blocos, Prismas e Pequenas Paredes de Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto Submetidos à Situação**

de Incêndio. 2019. 258 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia de Estruturas, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

FERNANDES, Marcos Vinício; OLIVEIRA, Everton Narciso. **Análise Comparativa Entre Fundações Superficiais Do Tipo Radier Armado E Protendido.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 12, Vol. 03, pp. 106-121, 2018. ISSN:2448-0959

FIRJAN - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Construção Civil: Desafios,** 2020. Rio de Janeiro 2014.

FK Comércio: Alvenaria convencional. Alvenaria convencional. Disponível em: http://www.fkcomercio.com.br/alvenaria_convencional.html. Acesso em: 02 setembro 2020.

GUARUTEC Pré-moldados: Sistema construtivo e soluções em pré-fabricados. Sistema construtivo e soluções em pré-fabricados. 2019. EPS Monolítico. Disponível em: <http://guarutecpremoldados.com.br/eps-monolitico/>. Acesso em: 16 setembro 2020.

HONÓRIO, Aphylus Aphylophylus Navarro; MURILHA, Douglas. **A Utilização de Sistema Construtivo de Painéis Monolíticos em EPS na Construção Civil.** 2020. 8 f. Curso de Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos - Unifio/femm, Ourinhos, 2020. Disponível em: <<http://www.cic.fio.edu.br/anaisCIC/anais2020/pdf/02.04.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2021. KNAUF INDUSTRIES. EPS. Disponível em: <<https://www.knaufisopor.com.br/produtos/servicos-em-inovacao/eps>>. Acesso em: 18 maio 2021.

KRÜGER, Eduardo Leite; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. **Avaliação termoacústica de habitações populares na vila tecnológica de Curitiba.** AMBIENTE CONSTRUÍDO, Porto Alegre, V6 N2, p. 33-44, 2006.

LACERDA, Juliana Ferreira Santos Bastos de. **Avaliação da Sustentabilidade na Construção Civil dos Sistemas Construtivos Convencional e Industrializados no Brasil.** 2014. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Produção, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2014.

LEITE, Marcos Paulo de Paiva. **Desempenho Mecânico De Painéis De Alvenaria De Vedação De Bloco Cerâmico Com Furos Na Vertical**. 2015. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil., Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

LORDÊLO, Patrícia Miranda; EVANGELISTA, Patrícia Pereira de Abreu; FERRAZ, Tatiana Gesteira de Almeida. **Gestão de Resíduos na Construção Civil: redução, reutilização e reciclagem**. Salvador: SENAI-BA, 2007.

LUEBLE, Ana Regina Ceratti Pinto. **Construção de habitações com painéis de eps e argamassa armada**. I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, SP, 2004.

MAIORANO, Caroline Cavalcante; LIMA, Paulo Vitor Melo de Carvalho. **Estudo Comparativo Entre Alvenaria De Bloco Cerâmico De Vedação E A Tecnologia Drywall Para Ambientes Internos**. 2017. 38 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Cesmac, Maceió, 2017.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. 6ª edição, São Paulo: Atlas, 2007.

MARINOSKI, Deivis. **Alvenarias: Conceitos, alvenaria de vedação, processo executivo**. 05 de abril de 2011. 32 p. Notas de Aula.

MARTINS, G.A.; PINTO, R.L. **Manual para elaboração de trabalhos acadêmicos**. São Paulo: Atlas, 2001.

MARTINS, João Guerra. **Alvenarias - Condições Técnicas de Execução**. Porto: [s.n.], 2009.

MARTINS, José Carlos. **Desempenho de Edificações Habitacionais: Guia Orientativo para Atendimento à Norma ABNT NBR 15575/2013**. Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

MAZUCO, Rafael; LIMA, Matheus. **Painéis monolíticos em eps na construção civil**. Bragança Paulista, SP. 2018. Disponível em: <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/3105.pdf>. Acesso em: 28 de abril 2019.

MEDEIROS, Guilherme Álef Nóbrega. **Avaliação de Paredes Sanduíche em Argamassa Armada Com Núcleo de Eps**. 2017. 98 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

MOHAMAD, G.; NETO, A.B.da S.S.; PELISSER F.; LOURENÇO, P.B.; ROMAN, H.R. **Caracterização mecânica das argamassas de assentamento para alvenaria estrutural – previsão e modo de ruptura** - Revista Matéria, v. 14, n.2, pp. 824 – 844, UFRJ, Rio de Janeiro, 2009.

MORAES, Carolina Brandão; BRASIL, Paula de Castro. Estudo da Viabilidade do Poliestireno Expandido (EPS) na produção de edificações com baixo impacto ambiental. Eficiência Energética do Ambiente Construído. 4º Seminário Nacional de Construções Sustentáveis, 1º Fórum de Desempenho das Edificações, 2015.

MORAES, Paulo Thiago Araújo; LIMA, Maryangela Geimba. **Levantamento e análise de processos construtivos industrializados sob a ótica da sustentabilidade e desempenho**. In: Encontro de Iniciação Científica e Pós-graduação, 15., 2009, São José dos Campos. Anais do XV ENCITA 2009, ITA. São José dos Campos: ENCITA, 2009. p.19-12.

MOURA, Artur; DE SÁ, Maria das Vitórias V. A. **Influência da Racionalização e Industrialização na Construção Sustentável**. Revista tecnologia e informação, Vol.1 p. 72 – 74, 2013.

MUNDI-EPS: Indústria e Comércio de Plásticos Ltda. Indústria e Comércio de Plásticos Ltda. 2020. Disponível em: <https://www.mundi-eps.com.br/>. Acesso em: 16 setembro 2020.

NASCIMENTO, Otávio Luiz do. **Alvenarias**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2004.

NIKKEYPAR. Disponível em: https://www.nikkeypar.com.br/grampeador-16-a-40mm-92-at-3038-puma.html?utm_source=Google%20Shopping&utm_medium=CPC&utm_campaign=Grampeador%2015%20a%2040mm-92%20AT-3038%20PUMA. Acesso em: 15 setembro 2020.

NOVAIS, Jonathan Willian Zangeski; OLIVEIRA, Esdras Viana de; JOAQUIM, Thiago D'Orazio; LEAL, Lydiane Abdon; NOGUEIRA, Marta Cristina de Jesus Albuquerque; SANCHES, Luciana. **Comparação do Desempenho Térmico de Painéis em EPS como**

Alternativa aos Tijolos Cerâmicos no Conforto Térmico de Residências em Cuiabá-MT. Unopar Científica e Tecnológica, v13, n.1, p. 39-43, 2014.

PAVESI, Dante; PFUTZENREUTER, Andrea Holz. ESTUDO COMPARATIVO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS LIGHT STEEL FRAME E DE PLACAS MONOLÍTICAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO. **XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, [S.L.], p. 1-11, 15 nov. 2017. Anual. ENEGEP 2017 - Encontro Nacional de Engenharia de Produção. http://dx.doi.org/10.14488/enegep2017_tn_sto_240_391_34257.

PORDEUS, Victor Costa. **Viabilidade Econômica da Utilização dos Radiers na Construção de Habitações de Pequeno Porte.** Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. Fortaleza-CE. 2009. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/356619410/Viabilidade-Economica-da-Utilizacao-dos-Radiers-na-Construcao-de-Habitacoes-de-Pequeno-Porte-pdf>. Acesso em: 16 de setembro de 2020.

RAMALHO, Marcio A.; CORRÊA, Márcio R. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural.** 1ª. ed. São Paulo: Pini, 2003.

REIS, Paola Medeiros dos et al. A CONSTRUÇÃO MODULAR COM UTILIZAÇÃO DE PAINÉIS EPS. **Episteme Transversalis**, [S.l.], v. 6, n. 1, ago. 2017. ISSN 2236-2649. Disponível em: <<http://revista.ugb.edu.br/ojs302/index.php/episteme/article/view/145>>. Acesso em: 04 maio 2021.

RIZZOTTO, João Pedro et al. Resistência do sistema construtivo tipo sanduíche com placas de poliestireno expandido revestido com argamassa industrializada. **Revista Técnico-Científica de Engenharia Civil Universidade do Extremo Sul Catarinense**, [S. L.], v. 1, n. 2, p. 31-41, 2018.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos:** formulação e aplicação de uma metodologia. 1989. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989.

SALGADO, Júlio Cesar Pereira. **Técnicas e Práticas Construtivas para Edificação.** 3ª. ed. São Paulo: 2014.

SALGADO, Júlio Cesar Pereira. **Técnicas e práticas construtivas: da implantação ao acabamento.** 1ª. ed. São Paulo: 2014.

SANTOS, Pedro Vitor Silva. REIS, Breno Pires dos. SILVA, Wellington Cesar Teles da. Processos Construtivos Que Contribuem Para A Sustentabilidade: Steel Frame/Wood Frame. **Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza**, ano MMXX, Nº. 000195, 12/06/2020. Disponível em: <<https://semanaacademica.com.br/artigo/processos-construtivos-que-contribuem-para-sustentabilidade-steel-frame-wood-frame>>. Acessado em: 06 de maio 2021.

SANTOS, Samuel Dereste dos. **A racionalização da construção civil no Brasil**: experiências, conquistas e limites. 2011. 138 f. Dissertação (PósGraduação Strictu Sensu em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.usjt.br/biblioteca/mono_disser/mono_diss/2011/170.pdf>. Acesso em: 06 de maio 2021.

SILVA, Reginaldo Carneiro da; GONÇALVES, Márcio de Oliveira; ALVARENGA; Rita de Cássia S. S. Alvenaria Racionalizada. **Revista Técnica**, jul. 2006. Seção Como Construir. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/112/sumario.asp>>. Acesso em: 16 maio 2021.

SIMÃO, Paulo Safady. **Construção Verde**: Desenvolvimento com Sustentabilidade. Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC, Construção Sustentável, São Paulo, 2014.

SIQUEIRA, Thais Elenize de. **Análise de desempenho e custos de sistemas de vedação em EPS**. Pato Branco, PR. 2017. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8614/1/PB_COECI_2017_1_16.pdf. Acesso em: 21 de maio 2021.

SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÕES TÉCNICAS. SINAT 11: **Paredes, moldadas no local, constituídas por componentes de poliestireno expandido (EPS), aço e argamassa, microconcreto ou concreto**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2014. Disponível em: http://pbqp-h.mdr.gov.br/projetos_sinat.php. Acesso em: 11 fevereiro 2021.

SOUZA, Angela Cristina Alves Guimarães de. **Análise comparativa de custos de alternativas tecnológicas para construção de habitações populares**. 2009. 180 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2009.

SOUZA, Laurilan Gonçalves. **Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e Wood Frame**. Florianópolis, SC. 2013. Instituto de Pós-Graduação IPOG.

TESSARI, Janaina. **Utilização De Poliestireno Expandido E Potencial De Aproveitamento De Seus Resíduos Na Construção Civil**. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

THOMAZ, Ercio; FILHO, Cláudio Vicente Mitidieri; CLETO, Fabiana da Rocha; CARDOSO, Francisco Ferreira. **Código de práticas nº 1: Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2009.

THOMAZELLI, Rodolfo; BERTOLI, Stelamaris Rolla. **Enclausuramento de uma fonte sonora**. Campinas, 2008.

TOTAL Construção: Emboço: O Guia Completo, Saiba Tudo Sobre O Assunto!. Disponível em: <https://www.totalconstrucao.com.br/emboco/>. Acesso em: 02 setembro 2020.

TREVEJO, Hiago Henrique. **Análise Comparativa Entre Sistemas Construtivos Convencional E Monolítico Em Painéis Eps Para Residências Unifamiliares**. 2018. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Unicesumar - Centro Universitário de Maringá, Maringá, 2018.

UNIVERSIDADE DA AMAZÔNIA (UNAMA). **Alvenaria**. Disponível em: <<https://www.docsity.com/pt/alvenaria-de-vedacao/4776095/>>. Acesso em: 17 maio 2021. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

VASQUES, Caio Camargo Penteado Correa Fernandes; PIZZO, Luciana Maria Bonvino Figueiredo. **Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares**. Centro Universitário de Lins, Lins, 2014 Disponível em: <<http://revista.unilins.edu.br/index.php/cognitio/article/view/193/188>> Acesso em 12 maio 2021.

VIEIRA, Bianca Alencar; NOGUEIRA, Lauro. Construção civil: crescimento versus custos de produção civil. **Sistemas & Gestão**, [S.L.], v. 13, n. 3, p. 366-377, 3 set. 2018. Laikos Servicos Ltda. <http://dx.doi.org/10.20985/1980-5160.2018.v13n3.1419>. Acesso em: 26 maio 2021.

VON KRÜGER, Paulo Gustavo. **Análise de painéis de vedação nas edificações em estrutura metálica**. 2000. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2000.

YAZIGI, Walid. **A Técnica de Edificar**. 10. ed. São Paulo: Sinduscon-Sp, 2009. 772 p.

Apêndice A – Relatório Fotográfico Visita Técnica

Foram realizadas 3 visitas técnicas a uma obra localizada na cidade de Ribeirão Preto-SP, no qual ela estava sendo executada no sistema *monolite*, com os painéis fornecidos pela Mundi-EPS Indústria e Comércio de Plásticos (2020).

Na Figura 1 a seguir, pode-se observar a forma no qual os painéis são fixados a fundação, com arranques engastados nas vigas baldrame e posteriormente amarrados na malha do painel.

Figura 1 – Arranques Fundação



Fonte: Arquivo próprio, 2020

Os painéis são fixados uns nos outros em encontros de paredes, tendo como reforço as malhas tipo L, como observa-se na Figura 2.

Figura 2 – Encontro de paredes



Fonte: Arquivo próprio, 2020

Na Figura 3, nota-se a forma na qual os cantos de portas são reforçados contra esforços de cisalhamento.

Figura 3 – Abertura de Portas



Fonte: Arquivo próprio, 2020

As caixas e conexões elétricas são posicionadas e instaladas nos painéis, onde com um soprador térmico são feitas as aberturas no EPS, como pode ser verificado na Figura 4.

Figura 4 – Instalação Elétrica



Fonte: Arquivo próprio, 2020

Nota-se na Figura 5, a etapa em que as paredes receberam o chapisco projetado, que ocupa o espaço entre o isopor e a malha de aço.

Figura 5 – Chapisco



Fonte: Arquivo próprio, 2020

Observa-se como é feito o posicionamento da laje pré fábrica bidirecional, montada após a finalização do chapisco nos painéis, na Figura 6.

Figura 6 – Laje



Fonte: Arquivo próprio, 2020

Anexo A – Relatório de Ensaio de Corpo Mole e Duro



Relatório de Ensaio nº REV/292.766/2/16
Página. 1/9

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº REV/292.766/2/16 RELATORIO TÉCNICO SISTEMA CONSTRUTIVO

ENSAIOS DE RESISTÊNCIA A IMPACTOS DE CORPO MOLE E DURO.

INTERESSADO: MUNDI-EPS TDA. - EPP
BRODOWSKI 2600
VILA LUIZA – BRODOWSKI (SP)
Ref.: (81.116)

1. INTRODUÇÃO.

Este relatório técnico apresenta os ensaios realizados in loco para avaliar a resistência aos impactos de corpo mole e duro, em sistemas de vedação interna sem função estrutural.

O ensaio foi realizado "in loco" nos dias 17 e 18 de Março de 2016 na empresa MUNDI-EPS INDÚSTRIA E COMERCIO DE PLASTICOS LTDA. – EPP, localizado na rodovia Av. Papa João XXIII nº 2600 no municio de Brodowski – SP, pela equipe da Falcão Bauer.

2. METODOLOGIA DE ENSAIO.

ABNT NBR 15575-4/2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho –Parte 4 – Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE.
Anexo B – Verificação da resistência a impactos de corpo duro

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - S.P. - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833 - FAX (11) 3611-0170
Filiais: SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos • RJ: Macaé - Rio de Janeiro
www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br

Relatório de Ensaio nº REV/292.766/2/16
Página. 2/9

3. DETALHE DO SISTEMA CONSTRUTIVO PAINEL 01

O sistema construtivo possui parede de concreto leve com largura 2,300 mm x 2,600 mm de altura, painel malha com 50x150mm, no fio 2,4mm e 100 mm de EPS.

As paredes são revestidas através de chapisco e reboco com espessura total de 20 mm sendo aplicado em ambos os lados da parede e nas faces laterais. O chapisco aplicado foi dosado nas proporções 5 partes de areia média, 1 parte de cimento e água e com Branco diluído na proporção 2:1, reboco aplicado na dosagem de 3 partes de areia média 2 duas partes de areia fina, 1 parte de cimento e água com Branco diluído na proporção 2:1 e 100 ml Vedalit para cada saco de cimento utilizado.

4. DESCRIÇÃO DO ENSAIO:

O ensaio de Impactos de Corpo Mole visa determinar a resistência da parede a impactos que possam afetar a sua estabilidade global. A verificação da resistência e deslocamento do sistema construtivo realiza-se por meio de ensaios de impacto no ponto mais desfavorável do sistema de vedação.

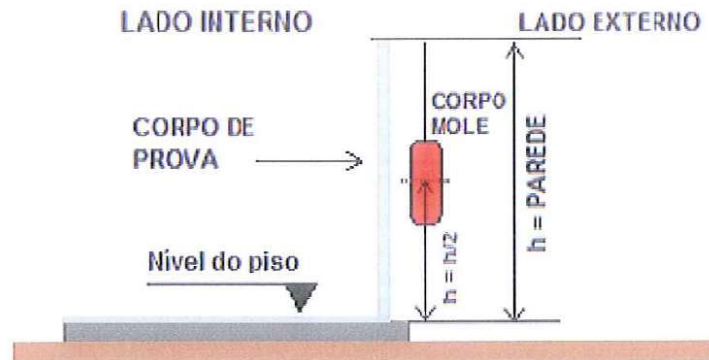
O ensaio de Impacto de Corpo Duro determina a resistência da parede a impactos nos pontos mais desfavoráveis do Sistema Construtivo. A figura 2 mostra a representação esquemática do protótipo e estratégia de ensaio adotada na vedação vertical interna e externa.

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

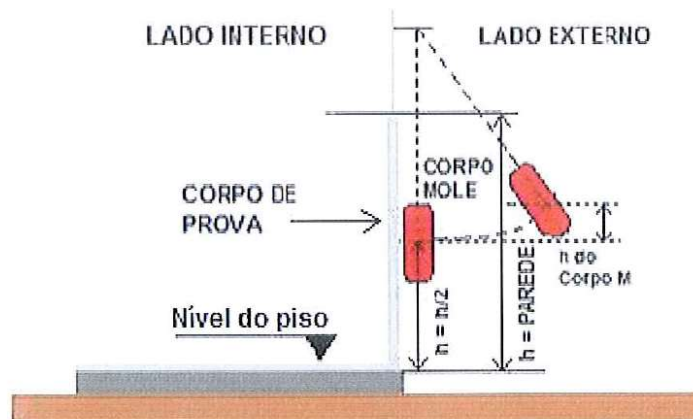
SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - S.P. - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833 - FAX (11) 3611-0170
Filiais: SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos • RJ: Macaé - Rio de Janeiro
www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br

Relatório de Ensaio nº REV/292.766/2/16
Página. 3/9

4.1 ESQUEMA DE ENSAIO IMPACTO DE CORPO MOLE



(Figura 01) - Localização do Corpo Percussor no Sistema Construtivo

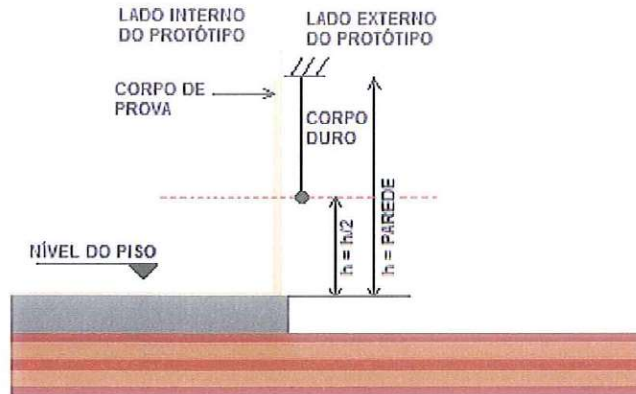


(Figura 02) - movimentação do corpo percussor para realização do ensaio-massa do corpo percussor 40kgf

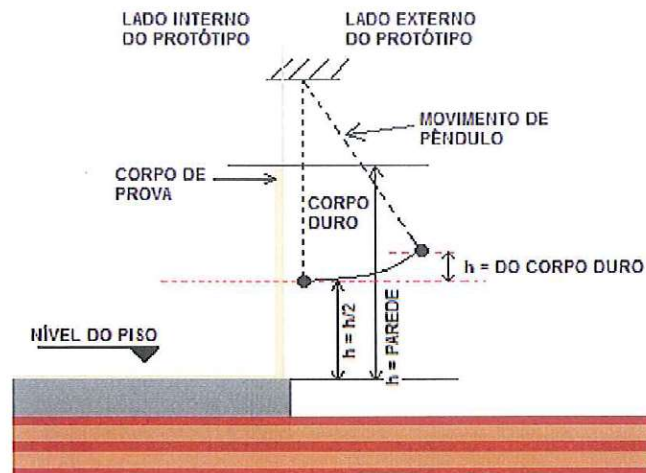
Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - S.P. - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833 - FAX (11) 3611-0170
Filiais: SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos • RJ: Macaé - Rio de Janeiro
www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br

4.2 ESQUEMA DE ENSAIO: IMPACTO DE CORPO DURO.



(Figura 03) - Localização do Corpo Duro no Sistema Construtivo



(Figura 04) - Estratégia de movimentação do Corpo Duro para realização do ensaio no Sistema Construtivo.

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

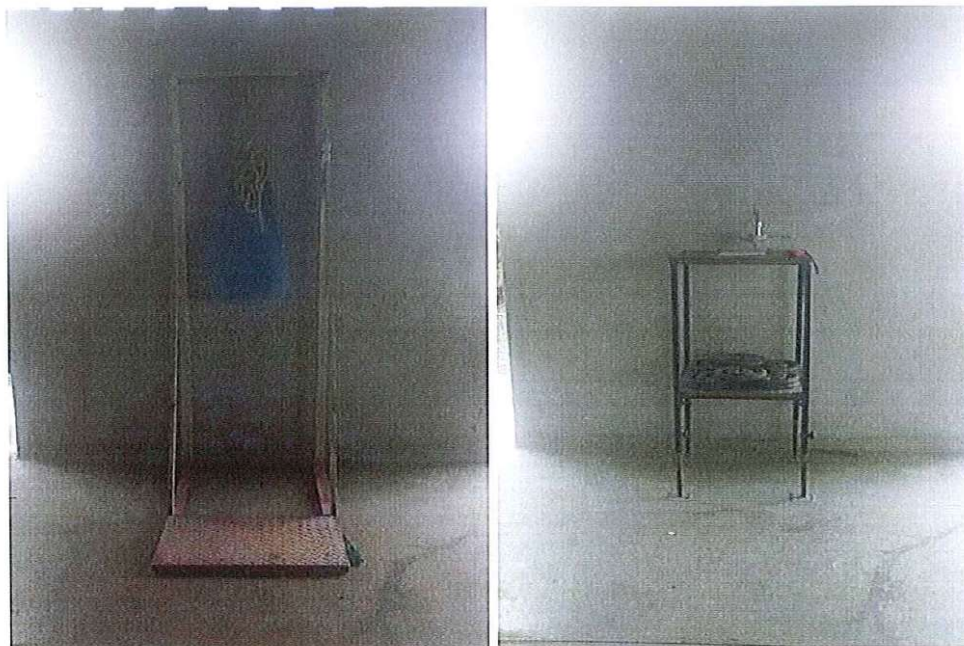
SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - S.P. - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833 - FAX (11) 3611-0170
Filiais: SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos - RJ: Macaé - Rio de Janeiro
www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br

Relatório de Ensaio nº REV/292.766/2/16
 Página. 5/9

5. RESULTADO(S) OBTIDO(S).

5.1 RESULTADOS DO ENSAIO DE RESISTÊNCIA AO IMPACTO DE CORPO MOLE LADO INTERNO.

LOCAL DO ENSAIO	Energia (J)	Massa do saco (Kg)	Altura (m)	Deslocamentos (mm)		RESULTADOS	Critérios de desempenho NBR 15575-4/13
				d_h	d_{hr}		
Lado interno Protótipo de parede de concreto	120	40	0,15	0,0	0,35	Nenhuma ocorrência.	Não ocorrência de falhas (Estado limite de serviço) limitação dos deslocamentos horizontais $d_h \leq h/125$; $d_{hr} \leq h/625$
	180	40	0,30	0,0	0,40	Nenhuma ocorrência.	Não ocorrência de ruptura nem transpasse da parede pelo corpo percursor de impacto (estado limite ultimo)
	360	40	0,30	0,0	0,50	Nenhuma ocorrência	



(Foto 01) – Visualização do ensaio de impacto de corpo mole

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
 A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - S.P. - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833 - FAX (11) 3611-0170
 Filiais: SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos - RJ: Macaé - Rio de Janeiro
www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br

Relatório de Ensaio nº REV/292.766/2/16
 Página: 6/9

5.2 RESULTADOS DO ENSAIO DE RESISTÊNCIA AO IMPACTO DE CORPO MOLE LADO EXTERNO.

LOCAL DO ENSAIO	Energia (J)	Massa do saco (Kg)	Altura (m)	Deslocamentos (mm)		RESULTADOS	Requisitos mínimos da NBR 15575-4/13
				d_h	d_{hr}		
Lado externo Protótipo de parede de concreto	120	40	0,15	0,0	0,35	Nenhuma ocorrência.	Não ocorrência de falhas (Estado limite de serviço) limitação dos deslocamentos horizontais $d_h \leq h/125$; $d_{hr} \leq h/625$
	180	40	0,30	0,0	0,45	Nenhuma ocorrência.	Não ocorrência de ruptura nem transpasse da parede pelo corpo percursor de impacto (estado limite ultimo)
	360	40	0,30	0,0	0,60	Nenhuma ocorrência	



(Foto 02) – Visualização do ensaio de impacto de corpo mole

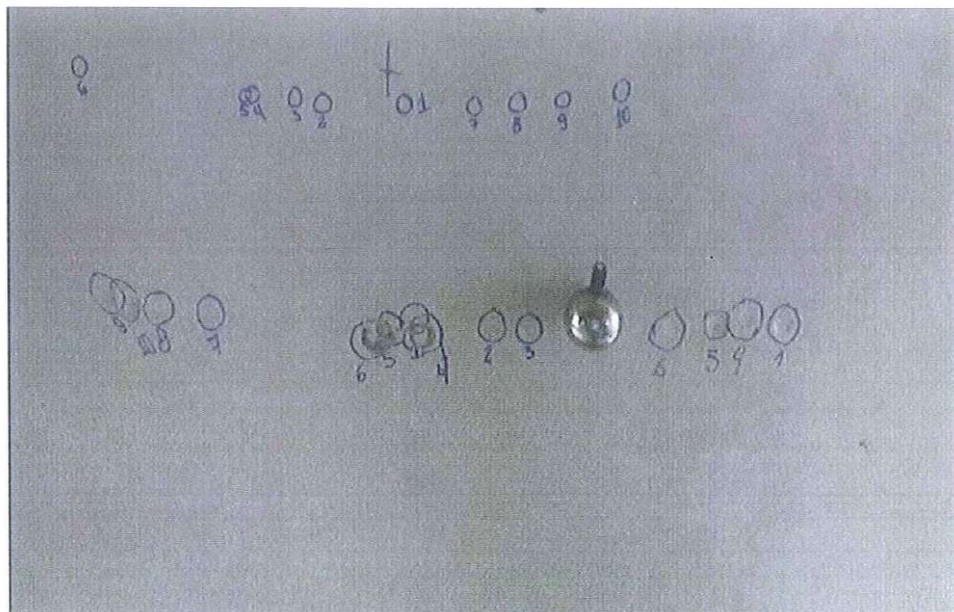
Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
 A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - S.P. - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833 - FAX (11) 3611-0170
 Filiais: SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos - RJ: Macaé - Rio de Janeiro
www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br

Relatório de Ensaio nº REV/292.766/2/16
 Página: 7/9

5.3 ENSAIOS DE RESISTÊNCIA AO IMPACTO DE CORPO DURO LADO INTERNO.

Parede interna sem função estrutural - Esfera 0,5 Kg				Requisito da NBR 15575-4/13 Nível de desempenho I; S
Impacto	Energia (J)	Profundidade da mossa (mm)	Ocorrência	
1º	2,5	0,08	Mossa	Não ocorrência de falhas profundidade da mossa $p \leq 2,0$ mm
2º		0,06	Mossa	
3º		0,06	Mossa	
4º		0,31	Mossa	
5º		0,30	Mossa	
6º		0,36	Mossa	
7º		0,29	Mossa	
8º		0,36	Mossa	
9º		0,38	Mossa	
10º		0,30	Mossa	



(Foto 03) – Visualização do ensaio de impacto de corpo duro com esfera 0,5 kg

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
 A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - S.P. - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833 - FAX (11) 3611-0170
 Filiais: SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos • RJ: Macaé - Rio de Janeiro
www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br



Relatório de Ensaio nº REV/292.766/2/16
Página: 9/9

6. DATA DO ENSAIO

O ensaio foi realizado no dia 17/03/2016 pela equipe técnica da L.A. Falcão Bauer.

7. OBSERVAÇÃO

Para os ensaios de impacto de corpo mole atendeu o nível mínimo de desempenho citado na NBR 15575-4/13.

Para os ensaios de impacto de corpo duro atendeu o nível intermediário/superior citado na NBR 15575-4/13

São Paulo, 30 de Março de 2016.

L.A. FALCÃO BAUER LTDA.
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade



DANILO AGUIAR NIZA
Engenheiro Civil I
CREA nº 5069297904

L.A. FALCÃO BAUER LTDA.
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade



DANIEL FRANCO DA SILVA
Gerente de Unidade
CREA nº 5063702060

DGO

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra o, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - S.P. - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833 - FAX (11) 3611-0170
Filiais: SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos • RJ: Macaé - Rio de Janeiro
www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br

Anexo B – Relatório de Ensaio de Ações Transmitidas por Portas



Relatório de Ensaio nº REV/292.766/3/16
Página. 1/8

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº REV/292.766/3/16

RELATÓRIO TÉCNICO

SISTEMA CONSTRUTIVO

INTERESSADO: MUNDI-EPS INDÚSTRIA E COMERCIO DE PLASTICOS LTDA. - EPP
BRODOWSKI 2600
VILA LUIZA – BRODOWSKI (SP)
Ref.: (75.797)

OBRA: MUNDI-EPS INDÚSTRIA E COMERCIO DE PLASTICOS LTDA. - EPP
BRODOWSKI, 2600
VILA LUIZA - BRODOWSKI (SP)

1. INTRODUÇÃO

Este relatório técnico apresenta os resultados obtidos em ensaios realizados in loco em porta de madeira, componente do sistema de vedação vertical portas de madeira.

Os ensaios foram realizados "in loco", no dia 17/03/2016, localizado na Av. Papa João XXIII nº 2600 no município de Brodowski – SP, em portas de madeira instaladas em parede protótipo para avaliar a transmissão de esforços para sistema de fixação de porta e resistência ao fechamento brusco, resistência ao impacto de corpo mole.

2. DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS E COMPONENTES DO SISTEMA DE FIXAÇÃO PORTA

As amostras ensaiadas são compostas por porta de madeira lisa com dimensões de 70 x 210 cm, batente madeira Angelim, ferragens fechadura externa em aço inox c2600/41IP, dobradiça rocha C1201/2"FG – Gal.

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - S.P. - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833 - FAX (11) 3611-0170
Filiais: SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos - RJ: Macaé - Rio de Janeiro
www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br

3. DESCRIÇÃO DO SISTEMA CONTRUTIVO.

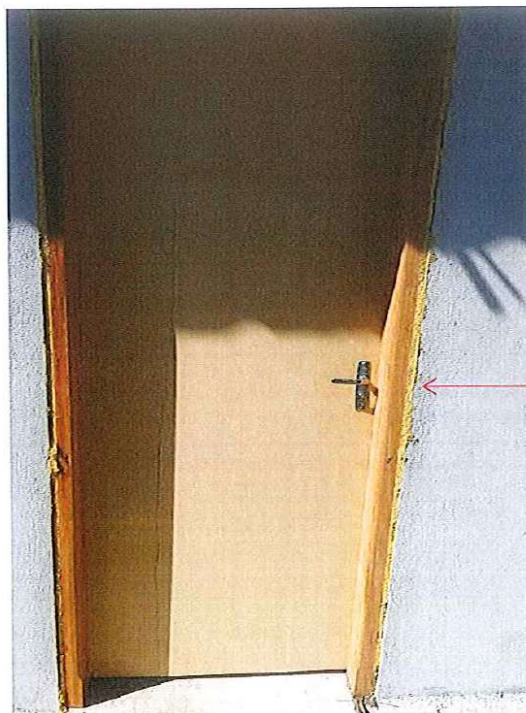
O sistema construtivo possui parede de concreto leve com largura 2,300 mm x 2,600 mm de altura, painel malha com 50x150mm, no fio 2,4mm e 100 mm de EPS.

As paredes são revestidas através de chapisco e reboco com espessura total de 20 mm sendo aplicado em ambos os lados da parede e nas faces laterais. O chapisco aplicado foi dosado nas proporções 5 partes de areia média, 1 parte de cimento e água e com Bianco diluído na proporção 2:1, reboco aplicado na dosagem de 3 partes de areia média 2 duas partes de areia fina, 1 parte de cimento e água com Bianco diluído na proporção 2:1 e 100 ml Vedalit para cada saco de cimento utilizado.

4. DESCRIÇÃO DE FIXAÇÃO DAS PORTAS.

A folha da porta de madeira de uso interno com dimensões de 700 mm x 2100 mm fixada no marco de madeira sendo utilizadas três dobradiças.

A porta de madeira para o uso interno o marco é fixado ao sistema vedação vertical interno (SVVI) por meio de espuma expansiva de poliuretano sendo aplicado em todo seu perímetro conforme (foto 01).



Espuma
expansiva de
poliuretano TOI

(Foto 01) detalhe de fixação

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.

A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - S.P. - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833 - FAX (11) 3611-0170
 Filiais: SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos - RJ: Macaé - Rio de Janeiro
 www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br

5. METODOLOGIA DE ENSAIO:

NBR 15.575-1 - Edificações Habitacionais Desempenho Parte 1: Requisitos gerais.

NBR 15.575-4 - Edificações Habitacionais Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE.

NBR 15930-2 - Porta de Madeira para Edificações - Requisitos

NBR 11.675 - Verificação de resistência a impacto - métodos de ensaio

NBR 10.821 - Esquadrias externas para edificações - método de ensaio

6. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Para a realização desse ensaio deve ser empregada a seguinte aparelhagem:

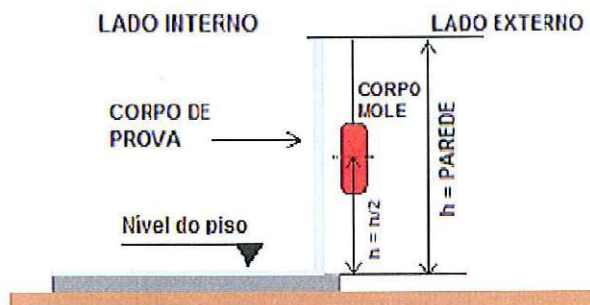
- Corpo percursor de impacto, com forma e massa (m) 40 kgf definidas na NBR 11.675
- Estrutura de apoio rígida.

7. OBJETIVO DOS ENSAIOS:

Os ensaios foram realizados com objetivo de verificar o nível de desempenho com relação ao impacto de corpo mole e ações transmitidas por portas conforme a NBR15575.

8. ENSAIO DE IMPACTO DE CORPO MOLE:

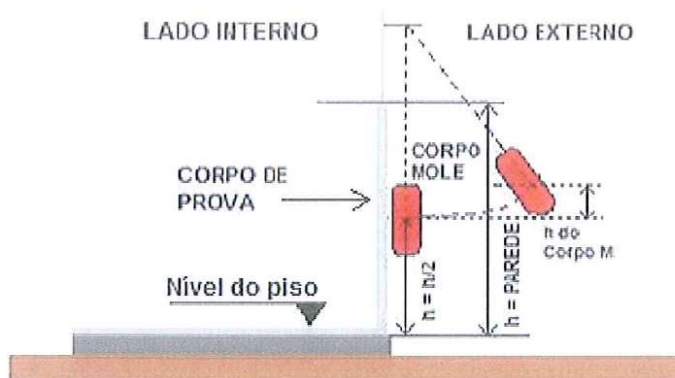
O ensaio de Impacto de Corpo Mole visa determinar a resistência da parede a impactos que possam afetar a sua estabilidade global. A verificação da resistência e deslocamento do sistema construtivo realiza-se por meio de ensaios de impacto no ponto mais desfavorável do sistema de vedação.



(Figura 03) - Localização do Corpo Percursor no Sistema

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
 A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

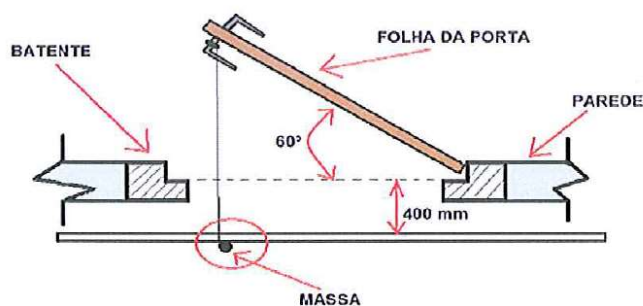
SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - S.P. - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833 - FAX (11) 3611-0170
 Filiais: SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos - RJ: Macaé - Rio de Janeiro
www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br



(Figura 04) – movimentação do corpo percussor para realização do ensaio-massa do corpo percussor 40kgf

8.1 VERIFICAÇÃO DE AÇÕES TRANSMITIDA POR PORTAS.

O ensaio de Resistência ao Fechamento Brusco visa determinar a resistência das paredes a falhas tais como rupturas, fissurações, destacamentos no encontro com o marco, cisalhamento nas regiões de solidarização do marco, destacamentos em juntas entre componentes das paredes.



(Figura 05) – figura esquemática da realização do ensaio de fechamento brusco-massa contrapeso 15±3 kgf.

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - S.P. - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833 - FAX (11) 3611-0170
Filiais: SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos - RJ: Macaé - Rio de Janeiro
www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br



Relatório de Ensaio nº REV/292.766/3/16
Página. 5/8

9. RESULTADO(S) OBTIDO(S)

9.1 RESISTENCIA AO FECHAMENTO BRUSCO

MATERIAL	LOCAL DO ENSAIO	FECHAMENTOS	RESULTADOS	REQUISITOS DA NBR 15575-4/13	NÍVEL DE DESEMPENHO
Porta de madeira, dimensões 70x210 (cm).	Parede protótipo	1º	Não houve ocorrência no sistema	As paredes não devem apresentar falhas, tais como rupturas, fissurações, destacamentos no encontro com o marco, cisalhamento nas regiões de solidarização do marco, destacamentos em juntas entre componentes das paredes e outros.	O Atendimento dos requisitos estabelecidos corresponde ao nível de desempenho mínimo (M).
		2º	Problema na maçaneta		
		3º	Não houve ocorrência no sistema		
		4º	Foi feito a troca do pino que trava a maçaneta		
		5º	Não houve ocorrência no sistema		
		6º	Não houve ocorrência no sistema		
		7º	Não houve ocorrência no sistema		
		8º	Não houve ocorrência no sistema		
		9º	Não houve ocorrência no sistema		
		10º	Fissura entre o batente e o sistema construtivo, após 10º fechamento não houve alteração no ciclo de fechamento.		

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.

A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - S.P. - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833 - FAX (11) 3611-0170
Filiais: SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos - RJ: Macaé - Rio de Janeiro
www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br

MATERIAL	LOCAL DO ENSAIO	DIREÇÃO DO ENSAIO	ENERGIA DE ENSAIO (J)	ALTURA DE IMPACTO (M)	RESULTADO	REQUISITOS DA NBR 15575-4/13	NÍVEL DE DESEMPENHO
Porta de madeira, dimensões 700x2100 (mm).	Parede protótipo	No sentido de abertura da porta	60	0,20	Não Houve ocorrências	Ausência de deslocamento ou arrancamento do marco, nem ruptura ou perda de estabilidade da parede no impacto de 240 J	O Atendimento requisitos estabelecidos corresponde ao nível de desempenho mínimo dos (M).
			120	0,40	Não Houve ocorrências		
			180	0,60	Ocorreu fissura na porta sem abaular o sistema construtivo		

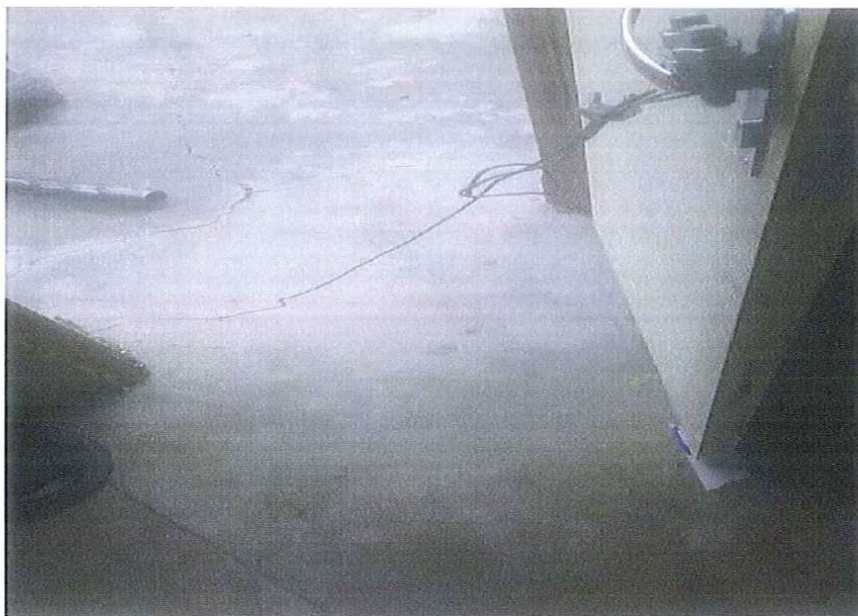
Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.

A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - S.P. - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833 - FAX (11) 3611-0170
 Filiais: SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos - RJ: Macaé - Rio de Janeiro
 www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br

Relatório de Ensaio nº REV/292.766/3/16
Página: 7/8

10. VISUALIZAÇÃO DOS ENSAIOS IMPACTO DE CORPO MOLE/ FECHAMENTO BRUSCO.



(Foto 02) – Visualização do ensaio de fechamento brusco



(Foto 03) – Visualização do ensaio de impacto de corpo mole

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - S.P. - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833 - FAX (11) 3611-0170
Filiais: SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos - RJ: Macaé - Rio de Janeiro
www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br



Relatório de Ensaio nº REV/292.766/3/16
Página: 8/8

9. OBSERVAÇÕES

O ensaio foi realizado em: 17/03/2016, pela Equipe Técnica da L.A. Falcão Bauer.

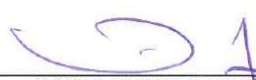
São Paulo, 30 de Março de 2016.

L.A. FALCÃO BAUER LTDA.
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade



DANILO AGUIAR NIZA
Engenheiro Civil I
CREA: 5069297904

L.A. FALCÃO BAUER LTDA.
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade



DANIEL FRANCO DA SILVA
Gerente de Unidade
CREA nº 5063702060

DGO

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - S.P. - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833 - FAX (11) 3611-0170
Filiais: SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos • RJ: Macaé - Rio de Janeiro
www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br

Anexo C – Relatório de Ensaio de Ações de Cargas Suspensas

Relatório de Ensaio nº REV/292.766/1/16
Página. 1/5

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº REV/292.766/1/16

SISTEMA CONSTRUTIVO

CAPACIDADE DE SUPORTE DE PEÇAS SUSPENSAS

INTERESSADO: **MUNDI-EPS INDÚSTRIA E COMERCIO DE PLASTICOS LTDA. - EPP**
BRODOWSKI 2600
VILA LUIZA - BRODOWSKI (SP)
Ref.: (81.116)

1. INTRODUÇÃO.

Este relatório Técnico apresenta os ensaios para avaliar a capacidade de suporte para as peças suspensas.

O ensaio foi realizado em loco nos dias 17 e 18 de Março de 2016 na empresa MUNDI-EPS INDÚSTRIA E COMERCIO DE PLASTICOS LTDA. – EPP, localizado na rodovia Av. Papa João XXIII nº 2600 no municio de Brodowski – SP pela equipe da Falcão Bauer.

2. METODOLOGIA DE ENSAIO.

ABNT NBR 15575-4/2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho –Parte 4 – Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE.

ABNT NBR 11678-2010 – Divisórias leves internas moduladas – Verificação do comportamento sob ação de cargas provenientes de peças suspensas.

3. DETALHE DO SISTEMA CONSTRUTIVO PAINEL 02

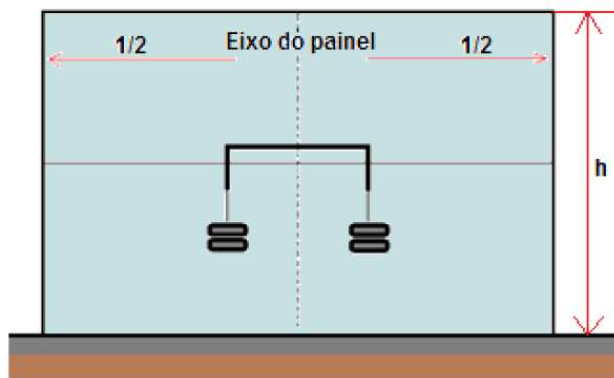
O sistema construtivo possui parede de concreto leve com largura 2,300 mm x 2,600 mm de altura, painel malha com 50x150mm, no fio 2,4mm e 100 mm de EPS.

As paredes são revestidas através de chapisco e reboco com espessura total de 20 mm sendo aplicado em ambos os lados da parede e nas faces laterais. O chapisco aplicado foi dosado nas proporções 5 partes de areia média, 1 parte de cimento e água e com Bianco diluído na proporção 2:1, reboco aplicado na dosagem de 3 partes de areia média 2 duas partes de areia fina, 1 parte de cimento e água com Bianco diluído na proporção 2:1 e 100 ml Vedalit para cada saco de cimento utilizado.

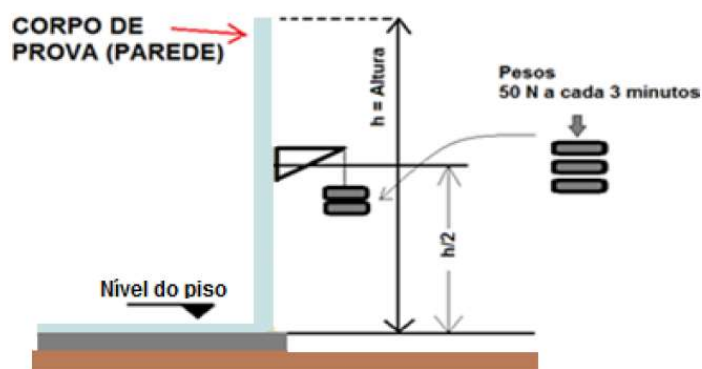
4. DESCRIÇÃO DO ENSAIO: CAPACIDADE DE SUPORTE DE PEÇAS SUSPENSAS.

Este ensaio tem como objetivo avaliar o comportamento do sistema construtivo quanto à capacidade de suporte de peças suspensas, às solicitações originadas pela fixação de armários, prateleiras, lavatórios, quadros, entre outros.

5. ESQUEMA DE APLICAÇÃO DAS PEÇAS DE CARGAS



(Figura 01) - Vista frontal da localização do ensaio de carga suspensa



(Figura 02) - Vista lateral do posicionamento dos equipamentos

6. RESULTADO(S) OBTIDO(S).

6.1 RESULTADO DO ENSAIO DE SUPORTE PARA PEÇAS SUSPENSAS FIXADAS PORMÃO- FRANCESA PADRÃO

Os ensaios foram realizados em protótipos de paredes de concreto maciço.

A parede foi perfurada com broca de 8 mm de diâmetro foram utilizadas duas buchas e dois parafusos ambos com 8 mm de diâmetro, o ensaio teve 24 horas de durabilidade.

Mão francesa padrão				
Carga aplicada em 2 pontos (KN)	Leitura inicial:	Leitura final Após 24 horas (mm)	Resultados	Requisito da NBR 15575-4/13
0,8	0,02	0,07	Não houve ocorrências	Não ocorrência de falhas que comprometam o estado-limite de serviço Limitação dos deslocamentos horizontais: dh h /500 dhr /2 500
Observação	dh h/500 –Altura do elemento parede dh – O deslocamento horizontal instantâneo dhr – O deslocamento horizontal residual			



(Foto 01) – Visualização do ensaio

Relatório de Ensaio nº REV/292.766/1/16
Página. 5/5

7. DATA DOS ENSAIOS

Os ensaios foram realizados no dia 17 e 18 de Março 2016 pela equipe técnica da L.A. Falcão Bauer.

São Paulo, 30 de Março de 2016.

L.A. FALCÃO BAUER LTDA.
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade

ORIGINAL ASSINADO POR

DANILO AGUIAR NIZA
Engenheiro Civil I
CREA nº: 5069297904

L.A. FALCÃO BAUER LTDA.
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade

ORIGINAL ASSINADO POR

DANIEL FRANCO DA SILVA
Gerente de Unidade
CREA nº: 5063702060

DGO

Anexo D – Relatório e Aderência a Tração



Relatório de ensaio nº REV/288.767/16
Pág.: 1/4

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº REV/292.767/16

REVESTIMENTO DE ARGAMASSA

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO

INTERESSADO: MUNDI-EPS INDUSTRIA E COMERCIO DE PLASTICOS LTDA. - EPP
BRODOWSKI 2600
VILA LUIZA - BRODOWSKI (SP)
Ref.: (81.116).

1. IDENTIFICAÇÃO DA(S) AMOSTRA(S)

Revestimento de argamassa do empreendimento supracitado.

2. METODOLOGIA DE ENSAIO:

NBR 13.528/2010 Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas -
Determinação da resistência de aderência à tração.

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à(s) amostra(s) ensaiada(s).
A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização para fins promocionais depende de aprovação prévia.

SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - S.P. - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833 - FAX (11) 3611-0170
Filiais: SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos • RJ: Macaé - Rio de Janeiro
www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br

3. RESULTADO(S) OBTIDO(S)

3.1. Determinação da Resistência de Aderência à Tração.

Painel 01 – Informações fornecidas pelo interessado.

Local:	Parede de painel monolítico - Sala da caldeira - Painel 01
Substrato:	Estrutura
Chapisco:	Chapisco 5:1 Areia média e cimento + 2:1 Água e branco diluído
Reboco:	3:2:1 Areia média, areia fina e cimento + 2:1 Água e branco diluído 100 ml Vedalit para saco de cimento
Tipo de corte:	Ensaio realizado com corte a seco
Equipamento de tração:	Dinamômetro com célula de carga de 20kN

CP Nº	Substrato	Tensão (Mpa)	Forma de ruptura (%)							
			Substrato	Sub./ Chapisco	Chapisco	Chap./ Arg.	Arg.	Arg./ Cola	Cola/ Pastilha	
01	Estrutura	> 0,22	-	-	-	-	100	-	-	
02	Estrutura	- 0,30	80	-	-	-	20	-	-	
03	Estrutura	> 0,27	-	-	-	-	100	-	-	
04	Estrutura	- 0,29	100	-	-	-	-	-	-	
05	Estrutura	- 0,28	70	-	-	-	30	-	-	
06	Estrutura	- 0,24	90	-	-	-	10	-	-	
07	Estrutura	> 0,29	-	-	-	-	100	-	-	
08	Estrutura	- 0,31	100	-	-	-	-	-	-	
09	Estrutura	> 0,26	-	-	-	-	100	-	-	
10	Estrutura	- 0,32	90	-	-	-	10	-	-	
11	Estrutura	- 0,27	80	-	-	-	20	-	-	
12	Estrutura	> 0,32	100	-	-	-	-	-	-	
Diâmetro dos corpos de prova (mm)				Tensão média				0,28		
01	49	04	49	07	49	10	49	Desvio padrão		0,03
02	49	05	49	08	49	11	49	Coeficiente de variação (%)		11
03	50	06	49	09	49	12	49	Unidade (%)		-

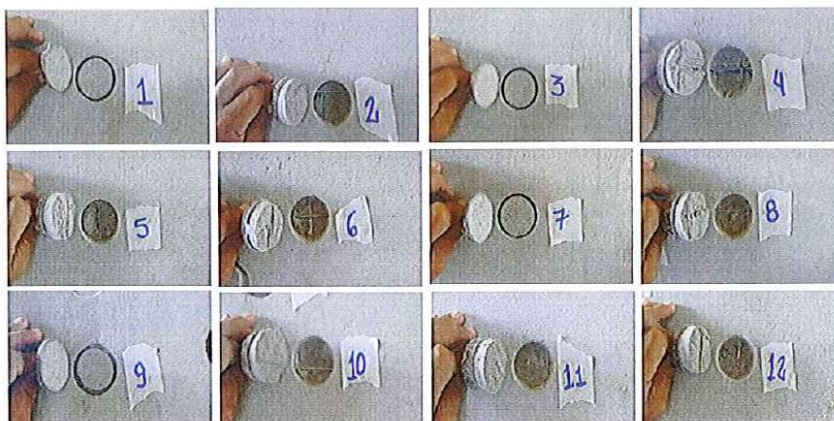


Foto 01 - Visualização dos corpos de prova 01 ao 12 após ruptura.

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à(s) amostra(s) ensaiada(s).
 A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização para fins promocionais depende de aprovação prévia.

4. DATA DO(S) ENSAIO(S)

4.1. Ensaios realizados em: 18/03/2016

5. OBSERVAÇÕES

- 5.1. A NBR 13.749/13 estabelece que o revestimento para emboço e camada única, deve ser aceito, se do grupo de 12 (doze) ensaios realizados, pelo menos 08 (oito) valores de resistência de aderência à tração, com idade igual ou superior aos 28 dias, forem iguais ou superiores aos identificados na tabela abaixo:

superiores aos identificados na tabela abaixo.			
Local		Acabamento	Ra (MPa)
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco;	≥ 0,20
		Cerâmica ou laminado	≥ 0,30
	Externa	Pintura ou base para reboco;	≥ 0,30
		Cerâmica;	≥ 0,30
Teto		-	≥ 0,20

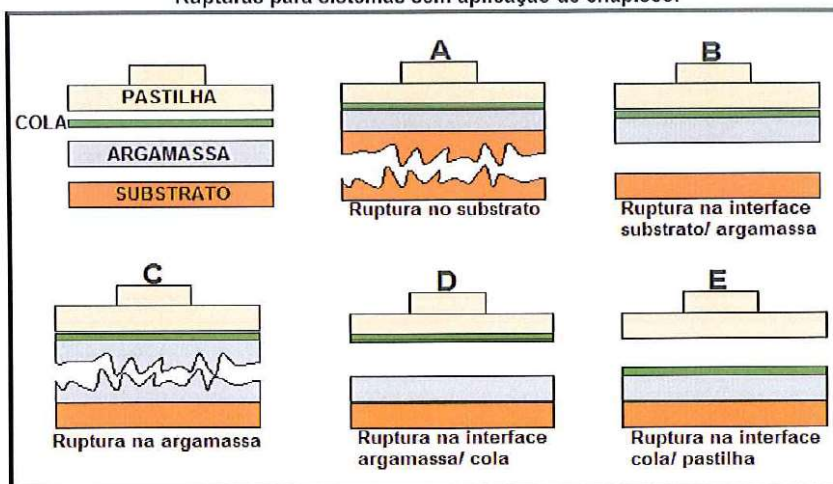
A NBR 13.749/13 estabelece no item 5.7.3 em caso de não atendimento aos valores acima, 5.7.2 devem ser solicitados a laboratório especializado a execução de novos ensaios para melhor caracterização e delimitação da área a ser reparada.

5.2.

A NBR-13.528/10 estabelece que nos casos da ruptura ocorrer 100% na seção da argamassa, 100% no substrato ou 100% na camada superficial da argamassa (Arg./Cola), o valor obtido no ensaio deve ser precedido pelo sinal > (maior), haja vista que, a resistência de aderência à tração não tenha sido determinada e é maior do que o resultado do ensaio.

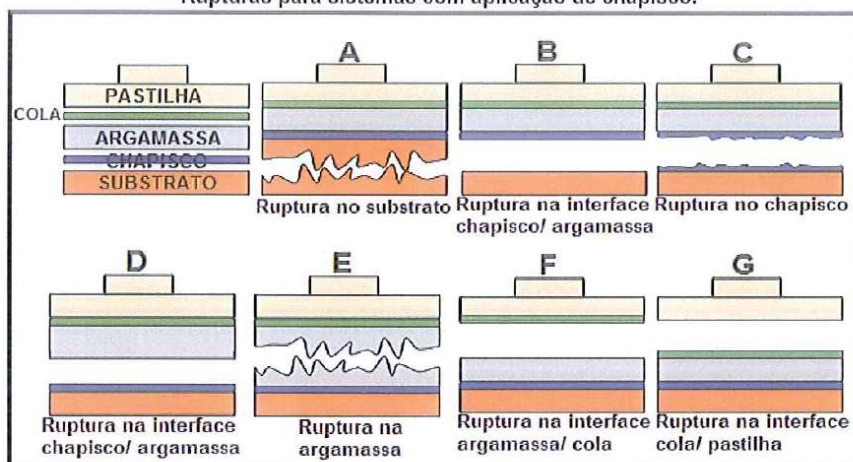
5.3. FORMAS DE RUPTURA:

Rupturas para sistemas sem aplicação de chapisco.



Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à(s) amostra(s) ensaiada(s).
 A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização para fins promocionais depende de aprovação prévia.

Rupturas para sistemas com aplicação de chapisco.



São Paulo, 30 de Março de 2016.

L.A. FALCÃO BAUER LTDA
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade

DANILO AGUIAR NIZA
Engenheiro Civil II
CREA: 5069297904

000

L.A. FALCÃO BAUER LTDA
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade

DANIEL FRANCO DA SILVA
Coordenador de Unidade
CREA Nº 5063702060

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à(s) amostra(s) ensaiada(s).
A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização para fins promocionais depende de aprovação prévia.

SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - S.P. - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833 - FAX (11) 3611-0170
Filiais: SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos - RJ: Macaé - Rio de Janeiro
www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br

Anexo E – Relatório de Ensaio de Resistência



Relatório de ensaio nº: CCC/ 276.356/16
Página.: 1/6

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº CCC/276.356/16

PAREDE DE CONCRETO

ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

INTERESSADO: MUNDI-EPS INDÚSTRIA E COMERCIO DE PLASTICOS LTDA. EPP.
RUA BRODOWSKI, 2600. VILA LUIZA - BRODOWSKI
14340000- BRODOWSKI - SP.
Ref.:(81116)

1. IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA:

01 (uma) parede de EPS com Argamassa armada entregue pelo interessado no laboratório central da L. A. Falcão Bauer em 16/05/2016. A parede possuía as dimensões de (1 200 x 140 x 2 020) mm fabricado e revestido no dia 27/03/2016.

1.1. Características construtivas

- . Placa de EPS T1 – densidade 9 a 10 kg/m³ – classe F (retardante à chama);
- . Dimensões da placa de EPS – 2020 x 1200 x 80 mm;
- . Malha de aço com abertura de 50 x 50 mm, fio 2,4mm, aplicada em ambas as faces; do EPS com afastamento de 10 mm, fixadas com espaçadores inclinados e soldados eletricamente;
- . Aplicado argamassa estrutural nas duas faces, com espessura de 30 mm, contendo o seguinte traço:
 - 1 parte de cimento CP II;
 - 2,5 partes de areia média peneirada;
 - água com aditivo PVA (Bianco) diluído na proporção 2:1;
 - 100 ml de aditivo plastificante (Vedalit) para cada saco de cimento.

A figura a seguir ilustra a parede ensaiada:

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - S.P. - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833 - FAX (11) 3611-0170
Filiais: SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos • RJ: Macaé - Rio de Janeiro
www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br

Relatório de ensaio nº: CCC/ 276.356/16
Página.: 2/6

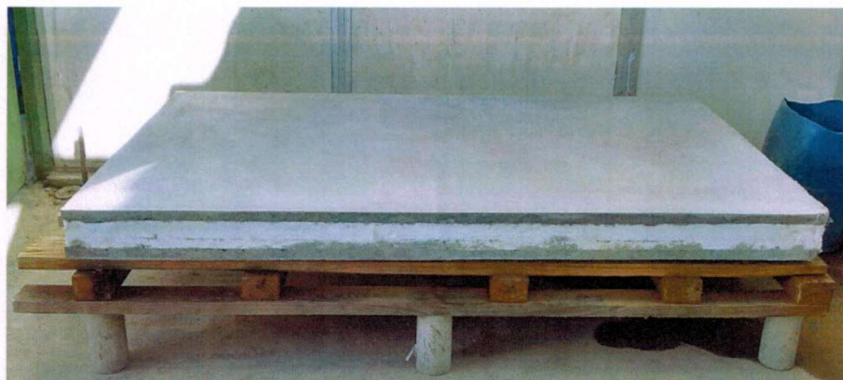


Figura 1 - Modulação da parede ensaiada

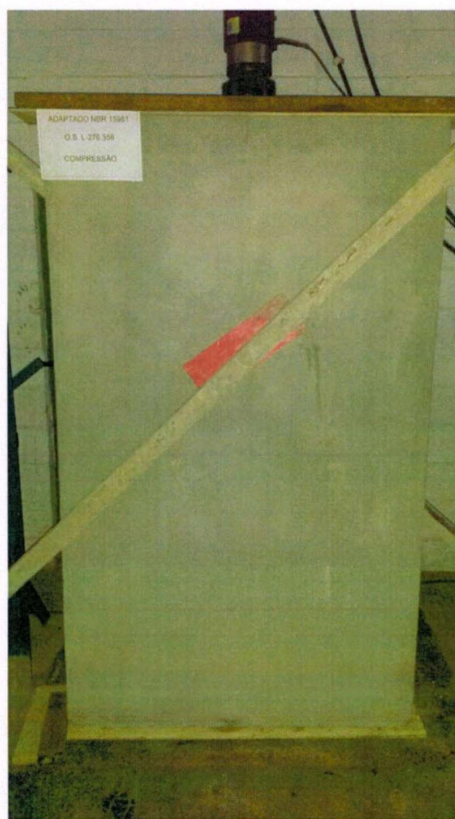


Figura 2 - Visualização da Parede

P

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

Relatório de ensaio nº: CCC/ 276.356/16
 Página.: 3/6

2. METODOLOGIA UTILIZADA:

2.2. Ensaio adaptado para NBR 15961-2/2011 - Alvenaria estrutural — Blocos de concreto
 Parte 2: Execução e controle de obras.

3. RESULTADOS OBTIDOS:

3.1. Deformações da parede

Carga (kgf)	Encurtamento (mm)		Flechas (mm)	Ocorrências
	D1	D3	D2	
5000	0,24	0,13	5,55	Nenhuma ocorrência
10000	0,4	0,42	7,06	Nenhuma ocorrência
15000	0,66	0,51	8,08	Nenhuma ocorrência
20000	0,83	0,54	8,84	Nenhuma ocorrência
25000	0,89	0,55	9,39	Nenhuma ocorrência
30000	0,81	0,52	9,95	Nenhuma ocorrência
35000	0,74	0,51	10,41	Início de fissura na parte central superior da parede.
40000	0,73	0,46	11,12	Fissura na parte central superior da parede.
41830	-	-	-	Rompimento



Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
 A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

Relatório de ensaio nº: CCC/ 276.356/16
Página.: 4/6

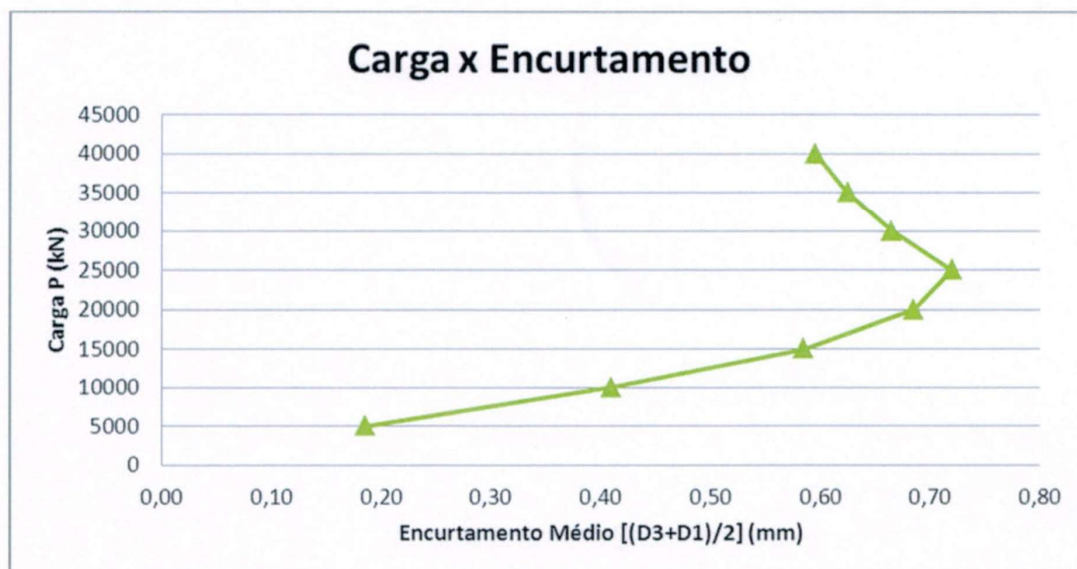


Figura 3 - Gráfico de Carga X Encurtamento

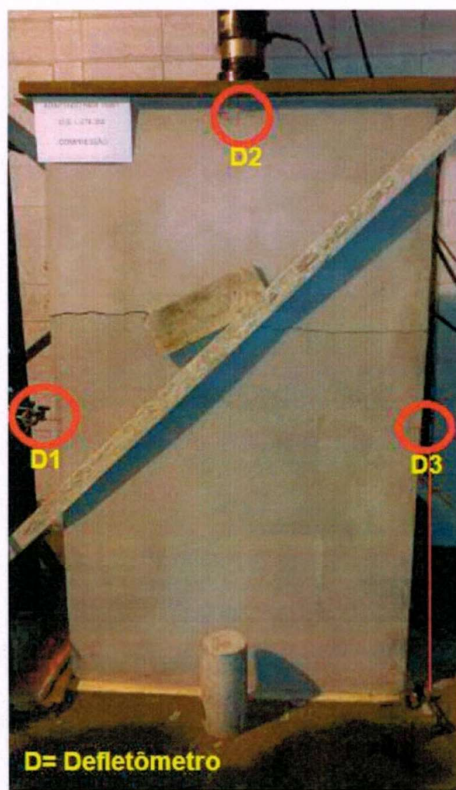


Figura 2 - Posicionamento dos Defletômetros.

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.

Relatório de ensaio nº: CCC/ 276.356/16

Página.: 5/6

3.2. Determinação da resistência à compressão

Carga (kgf)	Tensão (MPa)	Ocorrências
5000	0,27	Nenhuma ocorrência
10000	0,54	Nenhuma ocorrência
15000	0,82	Nenhuma ocorrência
20000	1,09	Nenhuma ocorrência
25000	1,36	Nenhuma ocorrência
30000	1,63	Nenhuma ocorrência
35000	1,91	Início de fissura na parte central superior da parede.
40000	2,18	Fissura na parte central superior da parede.

Comprimento (mm)	Largura (mm)	Área bruta (mm²)	Carga de ruptura (N)	Resistência (MPa)
1200	140	168000	411069,6	2,4

O início das trincas verticais deu-se na parte superior central da parede.

O rompimento ocorreu ao atingir 411069,6 N no sentido horizontal acima da metade da parede mais ou menos 134 cm acima do piso na parte frontal do ensaio e alternada entre 100 cm a 140 cm na parte oposta do ensaio da parede.

D

Relatório de ensaio nº: CCC/ 276.356/16
Página.: 6/6

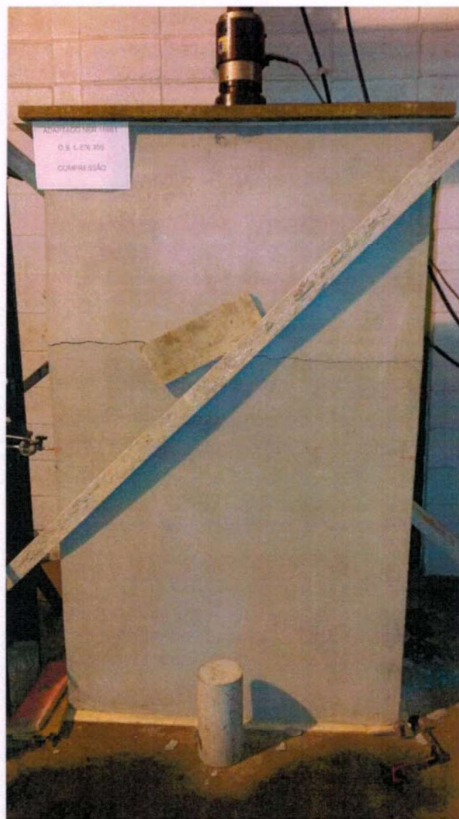


Figura 4 – Visualização do local da ruptura – Vista frontal.



Figura 5 - Visualização do local da ruptura - Vista por trás da peça.

4. OBSERVAÇÕES:

4.1 Ensaios finalizados no dia 30 de Maio de 2016.

São Paulo, 6 de junho de 2 016.

L.A. Falcão Bauer Ltda.
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade

Eng.º PAULO DA SILVA SANTOS
Supervisor do Lab. De Componentes.
CREA Nº 5069672430

L.A. Falcão Bauer Ltda.
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade

Eng.º DANIEL FRANCO DA SILVA
Coordenador de Unidade III
CREA Nº 5063702060

PSS/

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e, a sua utilização, para fins promocionais, depende de aprovação prévia.