

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**ANA BEATRIZ CARVALHO ARAÚJO**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O SISTEMA DE VEDAÇÃO CONVENCIONAL  
DE BLOCO CERÂMICO E ALVENARIA DE BLOCO CONSTITUÍDO POR DUPLA  
PLACA CIMENTÍCIA PREENCHIDA COM EPS**

São Luís - MA

2019

ANA BEATRIZ CARVALHO ARAÚJO

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O SISTEMA DE VEDAÇÃO CONVENCIONAL  
DE BLOCO CERÂMICO E ALVENARIA DE BLOCO CONSTITUÍDO POR DUPLA  
PLACA CIMENTÍCIA PREENCHIDA COM EPS**

Monografia apresentada à Coordenação do  
Curso de Engenharia Civil da Universidade  
Estadual do Maranhão – UEMA, para obtenção  
do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me Airton Egydio Petinelli.

São Luís - MA

2019

Araújo, Ana Beatriz Carvalho.

Estudo comparativo entre o sistema de vedação convencional de bloco cerâmico e alvenaria de bloco constituído por dupla placa cimentícia preenchida com EPS / Ana Beatriz Carvalho Araújo. – São Luís, 2019.

136 f

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2019.

Orientador: Prof. Me. Airton Egydio Petinelli.

1.Sistemas construtivos. 2.Blocos cerâmicos. 3.Placa cimentícia. I.Título

CDU: 69

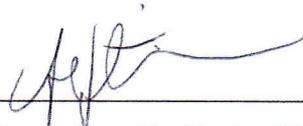
ANA BEATRIZ CARVALHO ARAÚJO

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O SISTEMA DE VEDAÇÃO CONVENCIONAL  
DE BLOCO CERÂMICO E ALVENARIA DE BLOCO CONSTITUÍDO POR DUPLA  
PLACA CIMENTÍCIA PREENCHIDA COM EPS**

Monografia apresentada à Coordenação do  
Curso de Engenharia Civil da Universidade  
Estadual do Maranhão – UEMA, para obtenção  
do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

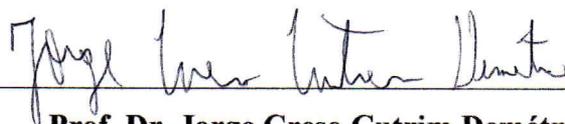
Aprovado em: 08 / 07 / 19

BANCA EXAMINADORA



**Prof. Me Airton Egydio Petinelli (Orientador)**

Universidade Estadual do Maranhão



**Prof. Dr. Jorge Creso Cutrim Demétrio**

Universidade Estadual do Maranhão



**Prof. Me Adriana Oliveira Carvalho**

Universidade Estadual do Maranhão

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus acima de tudo, por minha vida, pelo amor incondicional em todos os momentos, por me dar inspiração para alcançar meus objetivos com prazer e dedicação e por me guiar no caminho que segui até aqui.

Agradeço aos meus pais, José Luiz de Araújo e Maria do Socorro de Carvalho Araújo, pelo apoio e confiança depositada em mim para a realização dos meus sonhos, por todo amor e dedicação, e também por estarem sempre presentes nas horas boas e nas horas ruins.

Aos meus irmãos, pelo companheirismo, interesse no meu crescimento profissional, pelas palavras de motivação e apoio, e por estarem sempre ao meu lado.

Aos meus amigos, em especial, Raphaella, Eduardo, Jorge Vital e Mariana, por todos esses anos de graduação e por me acompanharem no decorrer de mais uma etapa de minha vida.

Ao meu orientador Prof. Me Airton Egydio Petinelli pelo apoio, dedicação e a disponibilidade imposta durante todo o desenvolvimento do trabalho.

Aos meus professores, pela dedicação e comprometimento com o ensino transferido e que contribuíram para a minha formação.

Ao meu namorado, Alexandre, pela paciência, compreensão, ajuda e incentivo em todos os momentos, principalmente, durante este período acadêmico, onde pudemos viver e aprender muitas coisas juntos.

## RESUMO

Na construção civil, empresas buscam novos sistemas construtivos e práticas para gerar economia e rapidez de execução pois, retrabalhos e desperdícios em sistemas construtivos já ultrapassados são problemas recorrentes nos dias atuais. Aliada a inovações na área da construção civil, um sistema construtivo que se mostra rápido e eficiente é a alvenaria de blocos de dupla placa cimentícia preenchida com EPS. O trabalho realizado incide em representar um estudo comparativo entre dois sistemas construtivos, o de tijolos cerâmicos e blocos de dupla placa cimentícia preenchida com EPS, para uma residência de padrão popular a ser implantado na região de São Luís, Maranhão. Serão elaborados, para a etapa de alvenaria, levantamento dos quantitativos, composição de custo unitário, orçamento e cronograma, a fim de avaliar qual sistema construtivo é mais viável economicamente para a construção de uma unidade habitacional. Na realização do comparativo, será adotado o mesmo projeto para a formação das planilhas de quantitativos e preços de cada composição existente, bem como gráficos indicando a diferença de custos para cada sistema. Quanto às características técnicas, os comparativos dependerão do processo de fabricação a que o material foi submetido, das propriedades dos materiais, tipologia da edificação, necessidade do cliente, mercado financeiro e condições ambientais que o sistema estará submetido. Em relação ao comparativo de custos, a alvenaria convencional apresentou uma alternativa mais atraente, pois obteve um custo menor na edificação estudada.

**Palavras-chave:** Sistemas construtivos. Inovações. Tijolos cerâmicos. Blocos de dupla placa cimentícia preenchida com EPS.

## ABSTRACT

In civil construction, companies are looking for new constructive and practical systems to generate economy and speed of execution, because rework and waste in already outdated construction systems are recurrent problems nowadays. Allied to innovations in the field of civil construction, a constructive system that shows itself fast and efficient is the masonry of double cement blocks filled with EPS. The work carried out focuses on representing a comparative study between two constructive systems that of ceramic bricks and blocks of double cement board filled with EPS, for a residence of popular standard to be implanted in the region of São Luís, Maranhão. For the masonry stage, a quantitative survey, unit cost composition, budget and schedule will be elaborated to assess which construction system is most economically feasible for the construction of a housing unit. In the comparison, the same project will be adopted for the formation of the quantitative worksheets and prices of each existing composition, as well as graphs indicating the difference of costs for each system. Regarding the technical characteristics, the comparatives will depend on the manufacturing process to which the material was submitted, the material properties, building typology, customer need, financial market and environmental conditions that the system will be subjected to. Regarding the comparative cost, the conventional masonry presented a more attractive alternative because, it obtained a lower cost in the studied building.

**Keywords:** Construction systems. Innovations. Ceramic bricks. Blocks of double cement board filled with EPS.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - À esquerda, bloco cerâmico com furos na horizontal e à direita, bloco cerâmico com furos verticais. ....	21
Figura 2 - Camadas de revestimento em alvenaria .....	26
Figura 3 - Execução de rasgos para o embutimento de tubulações e emprego de blocos quadrados para evitar cortes e manter a modulação .....	27
Figura 4 - Bloco constituído de placas cimentícias preenchidas por EPS .....	33
Figura 5 - Galpão em estrutura metálica com vedação em blocos cimentícios preenchidos com EPS.....	34
Figura 6 - Execução de shopping com sistema de vedação em bloco cimentício preenchido com EPS.....	34
Figura 7 - Verificação de prumo.....	37
Figura 8 - Amarração dos blocos.....	37
Figura 9 - Instalações elétricas embutidas no bloco para evitar a quebra da placa cimentícia	39
Figura 10 - NBR 15575: Edificações habitacionais - Desempenho .....	42
Figura 11 - Esquema de montagem do ensaio de impacto de corpo duro.....	44
Figura 12 - Planta baixa da edificação com paredes de blocos cerâmicos.....	51
Figura 13 - Planta baixa da edificação com paredes de bloco com dupla placa cimentícia preenchida com EPS .....	52

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dimensões padronizadas dos blocos .....	23
Quadro 2 - Resultado do ensaio de solicitação de peças suspensas .....	43
Quadro 3 - Resultado do ensaio de impacto de corpo duro .....	45
Quadro 4 - Resultado do ensaio de verificação da estanqueidade à água .....	46
Quadro 5 - Resultado do ensaio de impacto de ações transmitidas por portas através de fechamento brusco .....	47
Quadro 6 - Resumo das áreas dos cômodos da edificação padrão .....	53
Quadro 7 - Quantitativo de bloco cerâmico .....	54
Quadro 8 - Quantitativo de revestimento aplicado em bloco cerâmico .....	54
Quadro 9 - Quantitativo de blocos com dupla placa cimentícia preenchida com EPS .....	55
Quadro 10 - Composição de custo de alvenaria de vedação com blocos cimentícios preenchido com EPS .....	55
Quadro 11 - Composição de custo de alvenaria de blocos cerâmicos .....	56
Quadro 12 - Composição de custo de chapisco para fachada aplicada em bloco cerâmico ....	57
Quadro 13 - Composição de custo de chapisco em parede interna aplicado no bloco cerâmico .....	58
Quadro 14 - Composição de custo de massa única aplicada em faces internas de paredes .....	58
Quadro 15 - Composição de custo de massa única aplicada em fachada .....	59
Quadro 16 - Tempo de execução de paredes de bloco cerâmico.....	60
Quadro 17 - Tempo de execução de parede de bloco com bloco de placa cimentícia preenchida com EPS .....	61
Quadro 18 - Comparativo entre as cargas de parede na estrutura .....	62
Quadro 19 - Peso próprio dos blocos.....	63
Quadro 20 - Comparativo entre as características dos blocos.....	64
Quadro 21 - Viabilidade dos sistemas construtivos.....	66

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Comparativo entre o tempo de execução entre os sistemas de vedação .....	61
Gráfico 2 - Comparativo de custo total entre os sistemas de vedação.....	65

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>1.1 Justificativa</b> .....	13
<b>1.2 Objetivos</b> .....	13
1.2.1 Objetivo geral.....	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
<b>1.3 Limitações da pesquisa</b> .....	14
<b>1.4 Estrutura do trabalho</b> .....	14
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
<b>2.1 Aspectos históricos da construção civil</b> .....	16
<b>2.2 Vedações verticais</b> .....	17
2.2.1 Definição .....	17
2.2.2 Classificação .....	18
2.2.3 Alvenaria de vedação vertical com bloco cerâmico.....	20
2.2.3.1 Histórico .....	20
2.2.3.2 Características .....	21
2.2.3.3 Classificação .....	23
2.2.3.4 Processo de execução .....	24
2.2.3.5 Revestimentos .....	25
2.2.3.6 Instalações.....	26
2.2.3.7 Vantagens e desvantagens .....	27
2.2.3.8 Requisitos de desempenho para o sistema de vedação interna .....	28
2.2.3.8.1 Desempenho acústico .....	29
2.2.3.8.2 Segurança contra incêndio .....	30
2.2.3.8.3 Determinação da resistência ao impacto de corpo duro .....	30
2.2.3.8.4 Verificação de estanqueidade à água em vedação vertical .....	31
2.2.3.8.5 Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações.....	31
2.2.4 Alvenaria de blocos com dupla placa cimentícia preenchida com EPS.....	32
2.2.4.1 Características do sistema.....	32
2.2.4.2 Classificação do sistema .....	35
2.2.4.3 Processo de execução .....	36
2.2.4.4 Instalações.....	38

2.2.4.5 Revestimentos .....	39
2.2.4.6 Vantagens e desvantagens .....	40
2.2.4.7 Requisitos de desempenho para o sistema de vedação interna e externa .....	41
2.2.4.7.1 Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas – Mão-francesa padrão.....	43
2.2.4.7.2 Determinação da resistência ao impacto de corpo duro .....	44
2.2.4.7.3 Verificação de estanqueidade à água em vedação vertical externa.....	46
2.2.4.7.4 Ações transmitidas por portas – Fechamento brusco .....	46
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>48</b>
<b>3.1 Apresentação da edificação padrão .....</b>	<b>49</b>
3.1.1 Projeto.....	50
<b>4 DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>54</b>
<b>4.1 Levantamento de quantitativo dos sistemas.....</b>	<b>54</b>
<b>4.2 Composição de custo unitário.....</b>	<b>55</b>
<b>4.3 Análise dos resultados.....</b>	<b>60</b>
4.3.1 Tempo de execução.....	60
4.3.1.1 Alvenaria de blocos cerâmicos .....	60
4.3.1.2 Alvenaria de blocos preenchidos com EPS .....	60
4.3.2 Peso dos elementos de vedação na estrutura .....	62
4.3.3 Transporte das vedações.....	63
4.3.4 Características técnicas dos sistemas .....	63
4.3.5 Custo total.....	65
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>66</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>69</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>71</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE A – Orçamento analítico de alvenaria com tijolos cerâmicos.....</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE B – Orçamento analítico de alvenaria com blocos constituídos de dupla placa cimentícia preenchida com EPS .....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXO A – Relatório de ensaios do laboratório lactec .....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXO B – Relatório do ensaio de incêndio.....</b>	<b>98</b>
<b>ANEXO C – Relatório do ensaio de resistência à compressão .....</b>	<b>115</b>
<b>ANEXO D – Relatório de ensaio de temperatura.....</b>	<b>126</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Construir é uma atividade secular que conduz os indivíduos à busca da consolidação dos aspectos funcionais inerentes à prática da construção civil. Não menos importantes são os aspectos estéticos, que são vinculados à criatividade e às exigências mais elementares de proteção, conforto e segurança.

A economia atual pressiona cada vez mais as empresas a tornarem-se precisas na orçamentação inicial do empreendimento, pois uma análise de viabilidade inicial do projeto bem como um controle de custos, se bem estruturados, garantem o sucesso de empreendimento para os construtores.

Atualmente, a sociedade se deparou com novas exigências e com uma competitividade maior no meio da construção civil e, para isso, a aplicação de novas técnicas e novos sistemas construtivos foram renovados e relacionados à eficiência com um menor custo do empreendimento. O avanço da tecnologia em todos os segmentos da construção civil faz com que a produção, fruto da mão de obra assuma cada vez mais um papel de destaque no setor, estimulado pela necessidade de racionalização em obra, devido aos custos e à competitividade, que se torna cada vez mais acirrada.

Freitas e Castro (2006, p. 10) afirmam: “No Brasil, a construção civil ainda é predominantemente artesanal, caracterizada pela baixa produtividade e principalmente pelo grande desperdício”, logo, se faz necessário evoluir as técnicas empregadas no país adotando maneiras mais sustentáveis que buscam racionalizar materiais e reduzir resíduos de construção, pois além de serem rápidas de se construir, são capazes de atender as necessidades existentes.

Uma das maiores prioridades das empresas no ramo da construção civil é a economia na execução de uma obra, pois construir é uma questão que requer otimização de cronograma, qualidade, custos e controle de gastos, redução de desperdícios e entulhos nas construções, praticidade, produtividade (racionalização de mão de obra) e acima de tudo, agilidade. Sendo assim, o engenheiro deve procurar soluções técnicas com melhores desempenhos, custos e benefícios.

A realização deste trabalho adota como tema o comparativo de custos e características técnicas entre os sistemas construtivos, cuja análise será feita entre uma casa unifamiliar tendo como vedação alvenaria convencional em tijolo cerâmico e bloco constituído de dupla placa cimentícia preenchida com EPS.

## 1.1 Justificativa

Com o aumento do número de obras, têm sido adotadas muitas tecnologias a fim de minimizar custos e otimizar tempo da construção. Dentre elas, podemos destacar o uso do sistema de blocos de dupla cimentícia preenchida com EPS no lugar da alvenaria convencional, um bloco inovador para alvenaria de paredes, que busca competir no mercado com o tijolo cerâmico, prometendo reduzir custos e tempo de construção.

O método de alvenaria é realizado com tijolos cerâmicos ou blocos de concreto assentados com argamassa, recebendo o chapisco, emboço e reboco após a estrutura pronta. Por possuir diversas etapas que demandam tempo de secagem, a técnica de alvenaria é mais demorada e gera uma quantidade maior de resíduos em comparação com as paredes de bloco de dupla placa cimentícia preenchida com EPS.

O tema abordado foi escolhido por se mostrar como uma oportunidade de mudança de um paradigma de mercado, que está em todos os momentos evidenciando a diminuição de cargas na estrutura e fundação, diminuição de prazos e o corte de custos, além da necessidade de explorar novos materiais e novos sistemas construtivos, investindo cada vez mais na qualidade do produto final visando diminuir o impacto ambiental que é causado pela expansão da construção civil.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo geral

Realizar um estudo comparativo levando em consideração custos de execução e as características entre o sistema de vedação convencional de tijolos cerâmicos e blocos de dupla placa cimentícia preenchida com EPS.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Demonstrar as principais características dos dois sistemas que serão analisados: alvenaria de blocos cerâmicos e de blocos dupla placa cimentícia preenchida com EPS;
- Apresentar as vantagens e desvantagens dos sistemas de vedação;
- Avaliar as principais diferenças entre os sistemas de vedação levando em consideração o custo e características dos sistemas.

### **1.3 Limitações da pesquisa**

O sistema de vedação é utilizado para separar o meio ambiente externo do interno e para compartimentar os cômodos internos de uma edificação, formando assim, a geometria da construção. É uma importante etapa da obra, pois as etapas que o sucedem e a precisão geométrica influencia no resultado. Por isso, são estudadas novas tecnologias para que melhorem a qualidade do serviço e que ao mesmo tempo, reduzam prazos e desperdícios, e o resultado que se espera são processos modernos para a execução do sistema de vedação (SANTOS, 2014).

Por ser considerado um sistema construtivo novo, o sistema de vedação de bloco de dupla placa cimentícia preenchida com EPS conta com pouca literatura e conteúdo técnico disponível, logo, as informações foram obtidas basicamente por meio do fabricante. Para que a sociedade conheça e tenha interesse em buscar informações sobre esse sistema construtivo, é conveniente realizar uma comparação com o sistema que já vem sendo utilizado largamente no país, que são as paredes de tijolos cerâmicos, com especial destaque para os fatores econômicos.

No presente trabalho, o orçamento foi realizado levando em consideração apenas os custos diretos dos dois sistemas construtivos em estudo, não sendo analisados os custos indiretos. Além disso, foi considerado apenas a etapas de alvenaria, que consiste no assentamento dos blocos e a etapa de revestimento, acabamento requerido para o bloco cerâmico.

### **1.4 Estrutura do trabalho**

O presente trabalho está estruturado em capítulos, conforme pode ser observado a seguir: no capítulo 1 apresenta-se a introdução, com breves considerações sobre os sistemas construtivos, o tema da pesquisa, a contextualização do problema e da questão de pesquisa, os objetivos gerais e específicos, limitações da pesquisa e a justificativa.

No capítulo 2 consta a revisão bibliográfica, contendo a explicação dos sistemas construtivos de alvenaria de tijolos cerâmicos e em bloco de dupla placa cimentícia preenchida com EPS, apresentado as características de cada um e suas vantagens e desvantagens.

No capítulo 3 encontra-se a metodologia adotada para desenvolvimento e realização desta pesquisa.

No capítulo 4 demonstra-se a apresentação da pesquisa, com foco no que foi realizado, bem como os métodos utilizados para alcançar os objetivos deste trabalho.

No capítulo 5 é consolidada a análise dos resultados, através dos gráficos comparando os custos e características entre os dois sistemas construtivos.

No capítulo 6 estão exibidas as conclusões obtidas para esta pesquisa, juntamente com sugestões para trabalhos posteriores.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos históricos da construção civil

A história da engenharia civil teve início desde os tempos em que homens viviam em cavernas, quando começaram a desenvolver as primeiras ferramentas feitas de pedra e a pensarem em moradias que pudessem proporcionar conforto e segurança para se protegerem de animais selvagens e das intempéries (REBELLO, 2008).

Com o surgimento da agricultura, por volta de 10.000 a.C., já não havia mais necessidade de o homem mudar frequentemente de residência para a obtenção de alimento. Nesse momento, o homem passou a ser sedentário, sendo responsável pela origem de grandes comunidades desenvolvidas a partir de uma arquitetura de tijolos e pedras (AFONSO e FLEURY, 2007).

Surge uma natural preocupação com a estabilidade das paredes das edificações construídas, e se percebe intuitiva e naturalmente a necessidade de definir o tipo de solo mais adequado para o alicerce de suas construções (REBELLO, 2008).

Os gregos, mais tarde, também se preocuparam em como transmitir as cargas provenientes das estruturas ao solo. Suas edificações convencionais eram executadas com madeira e vigas de pedras com pequenos vãos, cuja transmissão de carga ao solo era relativamente baixa (REBELLO, 2008).

Os romanos foram os primeiros a dispensar o uso de pilares enfileirados para a sustentação de telhados, inventando o teto com vãos maiores na forma de arcos, cúpulas e abóbadas. Como material de construção para essas edificações, eles utilizavam uma espécie de concreto composto de cinza vulcânica, pedaços de tijolos e pedras, que serviam tanto para infraestrutura como para a superestrutura (REBELLO, 2008).

Historicamente, a alvenaria vem sendo utilizada em diversas construções, das mais simples edificações até grandes aquedutos e igrejas, por isso acredita-se que o tijolo seja o produto manufaturado mais antigo do mundo (SILVA e MOREIRA, 2017).

No Brasil, a engenharia civil deu seus primeiros passos ainda no período colonial, por meio de construções de fortificações e igrejas. Segundo Silva (2015), as técnicas mais utilizadas nesse período para a construção de edifícios populares, eram o adobe e pau-a-pique, muito encontrado em Minas Gerais, e a taipa de pilão, encontrada predominantemente nos estados de Goiás e São Paulo. Porém, outras técnicas construtivas também eram utilizadas como: alvenaria de tijolos cerâmicos, pedras, cantaria e tabique.

Com o passar dos séculos, a alvenaria passou por mudanças expressivas, seja em sua composição material ou em seu método construtivo. Atualmente, no Brasil, o método construtivo mais utilizado para a construção de edificações é o concreto armado, em que a alvenaria de tijolos cerâmicos é, frequentemente, utilizada para a vedação dessas edificações (SILVA e MOREIRA, 2017).

Ainda assim, podemos encontrar no mercado diversos tipos de materiais que podem ser utilizados como elementos no sistema de vedação vertical de alvenaria além do tradicional bloco cerâmico, como por exemplo: blocos de concreto, blocos de concreto celular, blocos de solo cimento, entre outros.

Além da alvenaria, temos a execução de paredes maciças que também se constituem como um sistema de vedação vertical que, por sua vez, podem ser moldadas in loco ou pré-moldadas. Seus diferentes tipos são: paredes maciças de concreto, de concreto celular, de solo cimento, de concreto PVC, entre outros.

Outro método bastante utilizado são as divisórias, que são vedações leves, podendo ser desmontáveis ou removíveis. Os tipos de divisórias encontradas no mercado são: modulares (compensados, aglomerados, PVC), de gesso acartonado e de placas cimentícias.

Os materiais, as técnicas e os procedimentos modernos aprimoram, aperfeiçoam e dão maior celeridade ao método de construção civil. Deste modo, será exibido, no transcurso deste trabalho, a alvenaria de blocos com dupla placa cimentícia preenchida com EPS, um sistema que coopera para a melhoria da construção civil, desde as pequenas residências a estruturas de grande porte, que será comparado com o método mais antigo, a alvenaria de blocos cerâmicos.

## **2.2 Vedações verticais**

### **2.2.1 Definição**

Segundo a ABNT NBR 15575 (2013), “sistemas de vedação vertical interno e externo (SVVIE) são partes da edificação habitacional que limitam verticalmente a edificação e seus ambientes, como as fachadas e as paredes ou divisórias internas”.

De acordo com Santos (2014), SVVIE é um subsistema construtivo que apresenta funções que podem ser divididas em principal e secundária. Enquanto que sua principal função é criar condições para que o edifício se torne habitável, protegendo os ambientes internos contra a ação de agentes como calor, frio, sol, chuva, vento, umidade e ruído, a sua função secundária

é servir de apoio e anteparo para os sistemas prediais, uma vez que as instalações são normalmente embutidas nas paredes.

### 2.2.2 Classificação

Podem ser adotados diferentes critérios para se classificar as vedações verticais, sendo que, ao apresentar classificações segundo algum critério procura-se agrupar os diversos tipos existentes, de acordo com sua natureza e os materiais que as compõem. A partir dessas classificações, a distinção entre um tipo e outro de vedação torna-se mais fácil, o que auxilia na escolha da mesma.

Para Barros e Franco (2002, *apud* Dueñas Peñas, 2003) as vedações verticais são passíveis de diferentes classificações, que serão mencionadas a seguir:

a) Quanto à posição no edifício:

- Externas: são as vedações que envolvem o edifício, onde umas das faces ficam em contato com o ambiente externo do edifício;
- Internas: são as vedações internas que compartimentam os cômodos do edifício.

b) Quanto à técnica de execução:

- Por conformação: quando as vedações verticais são moldadas ou elevadas no próprio local, com emprego de água, sendo denominadas usualmente de “construção úmida”. Trata-se de paredes de concreto moldadas no local;
- Por acoplamento a seco: são as vedações verticais montadas a seco, ou seja, sem a necessidade do emprego de água, usualmente denominadas de “construção seca”. Trata-se de vedações produzidas com painéis leves;
- Por acoplamento úmido: são as vedações verticais montadas por meio da solidarização com argamassa, produzidas com elementos pré-moldados ou pré-fabricadas de concreto.

c) Quanto à sua densidade superficial:

- Leves: são consideradas vedações leves aquelas cuja densidade superficial é inferior a 100 kg/m<sup>2</sup>. Esses tipos de vedações não têm função estrutural, pois não tem capacidade de suportar cargas além do seu peso próprio;

- Pesadas: vedações cuja densidade é superior a 100 kg/m<sup>2</sup>. Esse tipo de vedação, pode ou não auxiliar no desempenho funcional da estrutura do edifício, como é o caso dos painéis de concreto.

d) Quanto à estruturação:

- Estruturada: vedação que possui uma estrutura reticular para suporte dos componentes da vedação, além da função de compartimentação de ambientes, como as paredes de gesso acartonado, por exemplo;
- Auto-suporte ou autoportantes: vedação que não possui uma estrutura complementar, pois a própria vedação se auto suporta, como por exemplo, a alvenaria de blocos de vedação;
- Outras: como por exemplo, a pneumática, cujo suporte é oferecido pela pressão de ar interna superior à pressão atmosférica.

e) Quanto à continuidade do pano (em relação à distribuição dos esforços):

- Contínuas: quando a absorção dos esforços transmitidos à vedação é feita pelo conjunto dos elementos constituintes, que trabalham solidariamente, como é o caso das alvenarias e paredes maciças;
- Descontínuas: quando a absorção dos esforços transmitidos à vedação é feita pelos componentes de modo individual, devido a existência de elementos de juntas, como é o caso dos painéis de gesso acartonado.

f) Quanto à continuidade superficial (em relação à visibilidade das juntas):

- Monolíticas: vedações sem juntas aparentes, como as alvenarias e as divisórias de gesso acartonado, por exemplo;
- Modulares: vedações com juntas aparentes, como as divisórias leves moduladas e painéis pré-fabricados para fachada, por exemplo.

g) Quanto à mobilidade (facilidade de remoção do local):

- Fixas: vedações que não podem ser removidas sem destruição, e no caso de serem removidos, seus componentes são dificilmente recuperáveis e geram muito entulho, como por exemplo, a alvenaria;

- Desmontáveis: são vedações que são desmontáveis com algum tipo de degradação (geram pouco volume de entulho), e para sua remontagem é necessário repor algumas peças. Trata-se das paredes de gesso acartonado;
- Removíveis: vedações que são montadas e desmontadas sem dificuldade e sem degradações, como a divisória leve modulada, por exemplo;
- Móveis: são vedações normalmente apenas de compartimentação, do tipo sanfona e de correr.

### 2.2.3 Alvenaria de vedação vertical com bloco cerâmico

#### 2.2.3.1 Histórico

De acordo com Figueiró (2009), a alvenaria é um sistema construtivo que vem sendo utilizado pela civilização desde, aproximadamente, 4.000 a.C., na construção de estruturas para os mais variados fins. Os materiais que foram empregados nessas construções eram blocos de argila, pedra e outros, que até hoje desafiam o tempo, pois mesmo depois de séculos e em alguns casos, milênios, estão presentes nos dias atuais como monumentos e com uma grande importância histórica.

Podem ser citados alguns exemplos notáveis de construções em alvenaria da antiguidade, dentre os quais a Muralha da China, que foi construída entre 300 e 200 a.C., o Coliseu em Roma cuja construção terminou em 82 d.C., o Panteão cuja reconstrução data de 123 d.C. e ainda o Farol de Alexandria, construído em alvenaria de pedra cerca de 2260 anos e por muito tempo foi considerado uma das estruturas mais altas do mundo, porém, foi destruído em um terremoto no século XIII (FRANCO, s.d.).

Quando os portugueses chegaram ao Brasil no século XVI, trouxeram consigo várias técnicas construtivas para serem utilizadas no continente recém-descoberto. A escolha da técnica a ser empregada iria depender dos materiais encontrados na região. A alvenaria de pedras foi utilizada nas cidades litorâneas como em Santos e São Vicente, pois se encontrava este material em abundância na região. Em São Paulo, onde não havia disponibilidade de pedras em abundância, a técnica construtiva utilizada foi baseada na argila, como a taipa de pilão, taipa de mão, o adobe e posteriormente, o pau-a-pique (CAMPOS E LARA, s.d.).

Segundo Campos e Lara (s.d.), a utilização de tijolo queimado nas construções só se tornou popular na metade do século XVIII por influência dos imigrantes europeus.

“Nessa época, o uso do tijolo se difunde, tornando-se o principal sistema construtivo do Brasil. Sua produção era familiar e pequena. O barro retirado do solo era amassado com os pés e colocado em formas de madeira. Posteriormente os tijolos eram queimados em pequenos fornos. Era fabricada apenas a quantidade necessária para suprir cada família” (CAMPOS E LARA, s.d.).

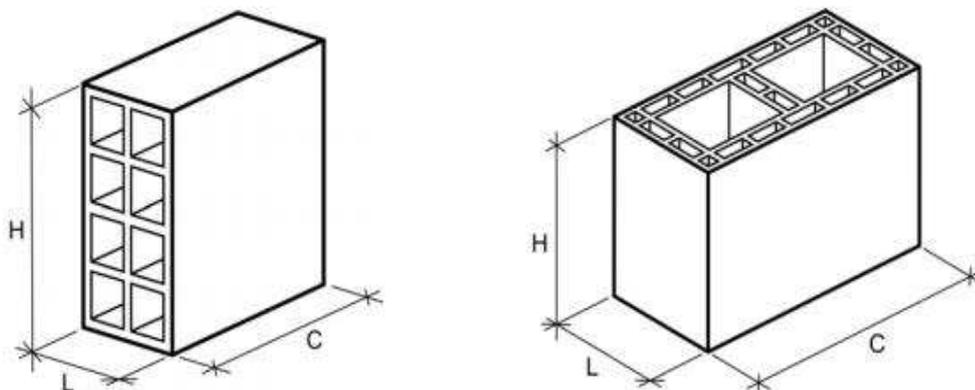
A primeira olaria mecanizada foi instalada em Campinas, no ano de 1867, com grande produtividade mensal. Nos anos 30, deu início a utilização intensiva do concreto armado mesmo nas construções de pequeno porte, como por exemplo, as residências utilizadas pela classe média (LEMOS, 1985 *apud* FRANCO, s.d.).

Devido ao clima brasileiro, a alvenaria em tijolos acabou sendo uma escolha natural para as construções, uma vez que garante um bom conforto térmico tanto no inverno quanto no verão. No entanto, esse tipo de vedação é marcado pela baixa produtividade e o desperdício de materiais é considerável. Podemos citar como exemplo a utilização de formas de madeira para a execução de lajes, vigas e pilares que após o seu uso são descartadas, e na execução das partes elétricas e hidráulicas que ficam, na maioria das vezes, embutidas nas paredes das edificações (FRANCO, s.d.).

### 2.2.3.2 Características

Conforme a ABNT NBR 15270 (2005), bloco cerâmico de vedação é definido como um “componente da alvenaria de vedação que possui furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm”. Os blocos cerâmicos podem ser produzidos tanto com furos na horizontal quanto com furos na vertical (Figura 1), porém, o bloco para vedação é produzido para ser usado estritamente com furos na horizontal, servindo tanto para vedação interna e externa, não possuindo função estrutural.

Figura 1 - À esquerda, bloco cerâmico com furos na horizontal e à direita, bloco cerâmico com furos verticais.



Fonte: ABNT NBR 15270 (2005)

As características do material cerâmico são: a alta dureza, boa resistência mecânica, ruptura frágil, alta estabilidade química e térmica, baixa condutividade elétrica e térmica, características estas adquiridas através da queima, fase mais importante do processo de fabricação dos tijolos cerâmicos Holanda (1999, *apud* AZEREDO, 2015).

Ainda segundo a ABNT NBR 15270 (2005), a alvenaria vertical interna composta por blocos cerâmicos devem atender às seguintes características técnicas:

- Resistência à compressão: os valores mínimos da resistência à compressão para blocos usados com furos na horizontal e vertical são, respectivamente, 1,5 MPa e 3,0 MPa, calculada na área bruta;
- Aspecto visual: a norma especifica que os blocos devem ser isentos de defeitos sistemáticos, tais como quebras, superfícies irregulares ou deformações que prejudiquem o seu emprego na função especificada;
- Absorção de água: os valores do índice de absorção de água não devem ser inferiores a 8% e nem superiores a 22%;
- Desvio em relação ao esquadro: a tolerância do desvio é de no máximo 3 mm;
- Planeza das faces ou flecha: o valor da flecha máxima é de 3 mm;
- Tolerâncias dimensionais: os valores das tolerâncias relacionados à dimensão efetiva e à média das dimensões efetivas são, respectivamente, 5 mm e 3 mm para cada grandeza considerada (altura, largura e comprimento);
- Espessura dos septos e paredes externas: os valores mínimos da espessura dos septos e das paredes externas do bloco cerâmico são, respectivamente, 6 mm e 7 mm.

Os blocos cerâmicos, segundo a ABNT NBR 15270 (2005), possuem diversas dimensões nominais, variando desde 9x9x19 cm até 24x24x39 cm, correspondendo respectivamente à largura, altura e comprimento. No Quadro 1, apresenta-se as dimensões dos blocos cerâmicos.

Quadro 1 - Dimensões padronizadas dos blocos

L x H x C	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)		
			Bloco	½ Bloco	
(1) M x (1) M x (2) M	9	9	19	9	
(1) M x (1) M x (5/2) M			24	11,5	
(1) M x (3/2) M x (2) M			14	19	9
(1) M x (3/2) M x (5/2) M		24		11,5	
(1) M x (3/2) M x (3) M		29		14	
(1) M x (2) M x (2) M		19	19	19	9
(1) M x (2) M x (5/2) M				24	11,5
(1) M x (2) M x (3) M				29	14
(1) M x (2) M x (4) M				39	19
(5/4) M x (5/4) M x (5/2) M		11,5	11,5	24	11,5
(5/4) M x (3/2) M x (5/2) M			14	24	11,5
(5/4) M x (2) M x (2) M			19	19	9
(5/4) M x (2) M x (5/2) M	24			11,5	
(5/4) M x (2) M x (3) M	29			14	
(5/4) M x (2) M x (4) M	14	19	39	19	
(3/2) M x (2) M x (2) M			19	9	
(3/2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5	
(3/2) M x (2) M x (3) M			29	14	
(3/2) M x (2) M x (4) M			39	19	
(2) M x (2) M x (2) M	19	19	19	9	
(2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5	
(2) M x (2) M x (3) M			29	14	
(2) M x (2) M x (4) M			39	19	
(5/2) M x (5/2) M x (5/2) M	24	24	24	11,5	
(5/2) M x (5/2) M x (3) M			29	14	
(5/2) M x (5/2) M x (4) M			39	19	

Fonte: ABNT NBR 15270 (2005)

### 2.2.3.3 Classificação

De acordo com a classificação apresentada no item 2.2.2 segundo Barros e Franco (2002, *apud* Dueñas Peñas, 2003), a alvenaria de tijolo cerâmico é classificada:

- a) Quanto à posição no edifício: podem ser aplicadas tanto nas áreas externas quanto internas da edificação, pois, atendem requisitos da norma para ambos os casos;

- b) Quanto à técnica de execução: os tijolos cerâmicos são montados por acoplamento úmido, ou seja, meio da solidarização com argamassa;
- c) Quanto à sua densidade superficial: esse tipo de vedação é considerado pesada, pois o valor da densidade superficial da parede pronta é superior a 100 kg/m<sup>2</sup>;
- d) Quanto à estruturação: é considerada como sendo auto suporte ou autoportantes, pois, a própria vedação se auto suporta;
- e) Quanto à continuidade do pano (em relação à distribuição dos esforços): esse tipo de vedação se enquadra como sendo contínua, uma vez que a absorção dos esforços transmitidos à vedação é feita pelo conjunto dos elementos constituintes, que trabalham solidariamente;
- f) Quanto à continuidade superficial (em relação à visibilidade das juntas): as vedações em alvenaria, depois de receberem acabamento, não possui juntas aparentes, portanto, consideradas monolíticas;
- g) Quanto à mobilidade (facilidade de remoção do local): é um tipo de vedação considerada como fixa, uma vez que não pode ser removida sem destruição.

De forma resumida, a alvenaria de tijolo cerâmico é considerada como uma vedação vertical interna e externa, autoportante, pesada, moldada por acoplamento úmido, monolítica, contínua e fixa.

#### 2.2.3.4 Processo de execução

Para dar início ao serviço de levantamento da alvenaria, é necessário tomar todas as providências de logística, como exemplo: instalação no andar de guarda-corpos ou bandejas de proteção, esquema de distribuição e empilhamento dos blocos, forma de transporte e preparação da argamassa de assentamento, disponibilidade de gabaritos para os vãos de janelas e portas, disponibilidade de andaimes, prévio recorte de telas para as ligações com pilares, entre outras (THOMAZ *et al.*, 2009).

Os blocos são assentados de maneira escalonada (juntas de amarração), que devem ser nivelados e aprumados com os blocos da primeira fiada. São utilizadas linhas bem esticadas para marcar a cota de cada fiada, que são suportadas lateralmente por esticadores ou presas em escantilhões, garantindo a altura da fiada e o prumo da parede (THOMAZ *et al.*, 2009).

Segundo os autores supracitados, para o assentamento dos blocos, a superfície horizontal da fiada anterior deve receber argamassa de assentamento estendida sobre a mesma,

assim como também a face lateral do bloco a ser assentado, ocupando toda a superfície em quantidade suficiente para que certa porção de argamassa seja expelida pela pressão quando o bloco é assentado.

Ainda de acordo com os mesmos, é recomendável que no máximo a cada duas ou três fiadas, se verifique o nivelamento e o prumo da parede, que pode ser feito utilizando-se o prumo de face, régua e o nível de bolha. Além dessas verificações, é importante conferir mais cuidadosamente a cota da fiada imediatamente inferior dos vãos das janelas. O alinhamento e o prumo de janelas e portas devem ser verificados também para que não se tenha problemas no assentamento das mesmas.

A última fiada deve sempre apresentar um espaço para que se introduza o material de fixação (“encunhamento”), que deve ser empregado meio-blocos, compensadores ou blocos tipo canaleta com fundo na parte superior. Para evitar transferência de cargas para as paredes de vedação durante a execução da obra, é recomendada uma defasagem de 10 dias entre o término do levantamento da alvenaria e a execução do “encunhamento”, que em nenhuma hipótese deve ser executado antes que a parede do andar superior esteja concluída.

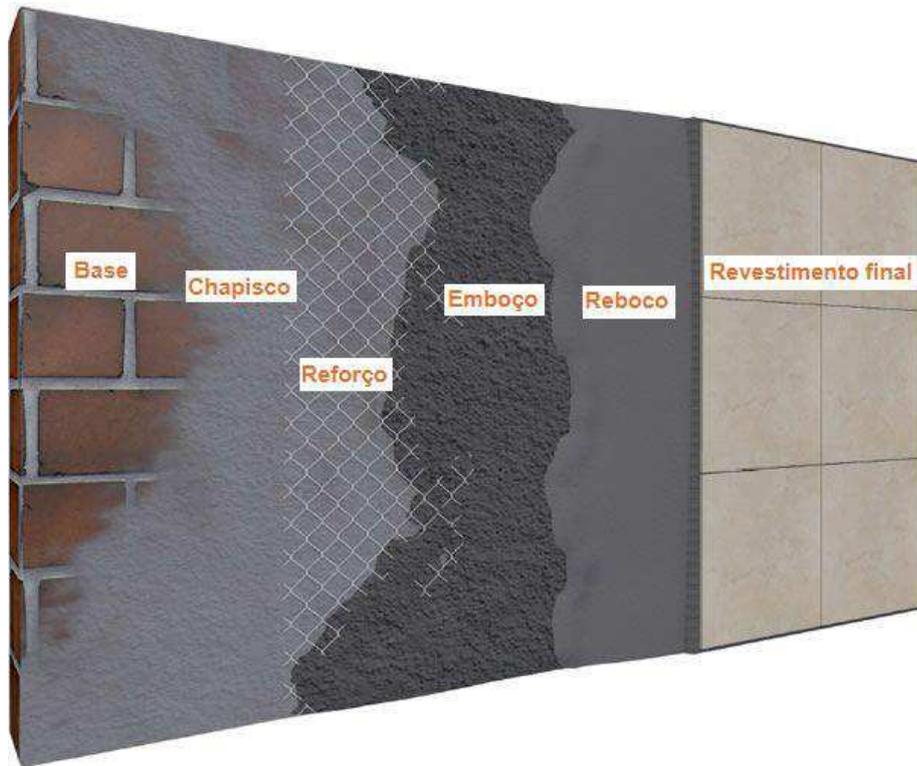
#### 2.2.3.5 Revestimentos

Como etapa subsequente ao levantamento da alvenaria tem-se os revestimentos que, segundo Vasques e Pizzo (s.d.), possui inúmeras funções como poder proporcionar um acabamento adequado à alvenaria; garantir resistência mecânica; proteger da umidade e dos agentes agressivos; além de serem responsáveis por proporcionar maior conforto térmico-acústico. Esses fatores influenciam diretamente na escolha dos itens que compõem o revestimento de uma obra.

Segundo Vasques e Pizzo (s.d.), os tipos e a espessura dos revestimentos podem variar dependendo do método construtivo a ser empregado. Porém, de maneira geral, os principais tipos de revestimento aplicados após a alvenaria são: chapisco, emboço, reboco e gesso.

Nos locais onde não há incidência de umidade, a alvenaria deve receber chapisco, composto de cimento, areia e água para criar uma superfície de melhor aderência para receber o emboço, constituído de uma argamassa de cimento, areia, cal e água, cuja finalidade é fazer o acabamento da parede para então receber o reboco, que é uma argamassa com a mesma composição do emboço, contudo, de espessura mais fina que o mesmo, pois, tem a finalidade de dar um acabamento mais fino à parede (YAZIGI, 2002).

Figura 2 - Camadas de revestimento em alvenaria



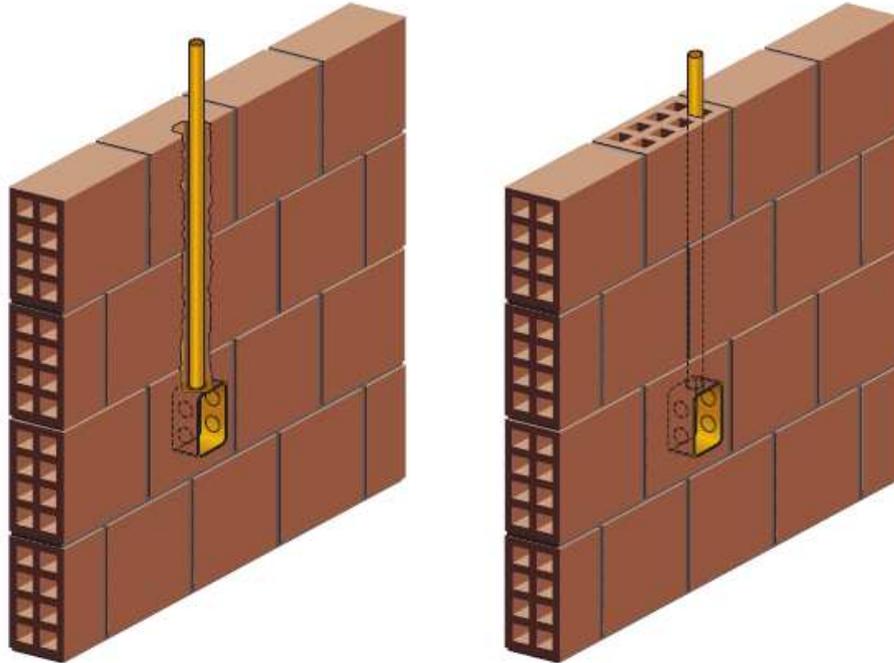
Fonte: REIS, 2018, p. 40

Já as paredes que estão sujeitas à umidade direta, ou seja, áreas molháveis como áreas de banho, lavanderia, cozinhas e banheiros, além de receber a aplicação do chapisco, emboço e reboco, é recomendável que se aplique um revestimento cerâmico, a fim de criar uma camada de proteção contra umidade e também prevenir a deterioração da alvenaria (YAZIGI, 2002).

#### 2.2.3.6 Instalações

Conforme Thomaz *et al.* (2009), no caso dos blocos cerâmicos com furos na vertical, as tubulações tanto para instalação hidráulica quanto para elétrica podem ser embutidas nos furos, sem que haja quebras na modulação da alvenaria. No caso de blocos quadrados (24x24cm, por exemplo), os furos podem ser colocados tanto na horizontal quanto na vertical, não havendo a necessidade de quebras ou recortes na alvenaria (Figura 3).

Figura 3 - Execução de rasgos para o embutimento de tubulações e emprego de blocos quadrados para evitar cortes e manter a modulação



Fonte: Código de Práticas N° 01 (2009)

Para a execução dos sistemas prediais existem diferentes meios de se empregar as tubulações, como: *shafts*, forros falsos, pisos suspensos, engrossamentos sobressalentes às paredes, “bonecas”, emprego de blocos mais estreitos nos locais das tubulações e outros (THOMAZ *et al.*, 2009).

Contudo, o que normalmente é feito nas construções, são instalações correspondentes à hidráulica, sanitária, elétrica e telefônica sendo iniciadas após o término de toda alvenaria de vedação (MIRANDA e ZAMBONI, 2016).

De acordo com os autores, é necessário que sejam abertos rasgos nas paredes de alvenaria para que sejam introduzidas as tubulações correspondentes, a fim de embutir as mesmas na parede, medida essa que tem como finalidade proteger as tubulações contra choques mecânicos e intempéries.

#### 2.2.3.7 Vantagens e desvantagens

Embora essa técnica construtiva tenha sido desenvolvida há muitos anos, as alvenarias de blocos cerâmicos apresentam vários pontos positivos, fazendo com que seja ainda

muito utilizada nos dias de hoje em todo tipo de construções. Alguns pontos positivos, segundo Santos (2014), são:

- Transporte de grandes quantidades de blocos soltos ou em paletes em um mesmo caminhão, o que reduz significativamente os valores de frete;
- Conforto térmico devido sua inércia térmica, o que permite seu uso em lugares quentes ou frios, uma vez que são amenizados pelas paredes de blocos cerâmicos;
- O custo comercial dos blocos cerâmicos é, comumente, mais barato quando comparado com outros materiais alternativos para execução de paredes;
- O treinamento e profissionalização da mão de obra é mais fácil pois, as etapas de execução são simples, o que permite o fácil entendimento das boas práticas construtivas;
- A abertura de vãos de portas e janelas são efetuadas normalmente, não causando problemas na estrutura.

Por outro lado, a utilização desse tipo de sistema de vedação apresenta algumas desvantagens, como:

- Grande consumo de material para a execução do chapisco, emboço e reboco;
- A execução de alvenaria em blocos cerâmicos implica em canteiro de obra sujo;
- Devido aos cortes dos blocos e abertura de espaços para embutir as instalações, gera grande volume de entulho nas obras;
- É necessário que se utilize vigas e pilaretes para que dê sustentação à alvenaria;
- A estrutura desse tipo de vedação, geralmente, é feita em concreto armado, o que implica no uso de formas e escoramentos e, requer um determinado tempo mínimo para sua retirada, aumentando assim, o tempo de execução da obra;
- O peso da parede de alvenaria acabada fica em torno de 150 kg/m<sup>2</sup>, considerada pesada para os elementos de fundação, se comparado com alguns sistemas de vedação.

#### 2.2.3.8 Requisitos de desempenho para o sistema de vedação interna

Um sistema de vedação vertical está em pleno acordo com a ABNT NBR 15575 (2013), quando atende aos requisitos mínimos de segurança estrutural, segurança contra

incêndio, segurança no uso e operação, estanqueidade, desempenho térmico, acústico, durabilidade e manutenibilidade, que são itens presentes na parte 4 da norma.

Esta parte da ABNT NBR 15575 (2013), procura estabelecer os requisitos, os critérios e os métodos para a avaliação de desempenho de sistemas de vedações verticais internas e externas (SVVIE) de edificações habitacionais, bem como de seus elementos, e os resultados ensaiados são classificados pela norma em níveis de desempenho como sendo mínimo, intermediário e superior.

A alvenaria de bloco cerâmico é uma técnica construtiva utilizada nas construções há bastante tempo e, atualmente, o bloco é produzido por diversos fabricantes nas suas mais variadas formas e dimensões. Com isso, é mais difícil ter um controle tecnológico para cada tipo de bloco, uma vez que é produzido em larga escala.

Logo, foi utilizado valores médios de ensaios que foram encontrados em manuais de fabricantes de blocos cerâmicos de vedação e valores fornecidos em livros.

#### 2.2.3.8.1 Desempenho acústico

Os sistemas de vedação devem apresentar um bom isolamento acústico tanto entre meios internos e externos, como entre as áreas comuns de uma mesma edificação. Ruídos gerados pela circulação de veículos, crianças brincando e música alta no apartamento vizinho são causas de desentendimentos entre moradores, e, pelo fato de ter uma isolação ruim, a moradia acaba sendo desvalorizada. Por isso, faz-se necessária a adequada isolação acústica por parte das fachadas e paredes de geminação.

Para a averiguação da isolação sonora que uma parede fornece, existem três métodos de ensaio, que são obtidas por meio de ensaios de precisão (executados em laboratório), de engenharia (executados em campo) ou simplificadas de campo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

Para a avaliação do desempenho acústico foi utilizado o método de precisão, sendo testados os blocos cerâmicos da Cerâmica Roque. Os blocos foram assentados com argamassa grossa industrializada na espessura de 10 a 13 mm nas juntas verticais e horizontais, e revestidos com argamassa grossa industrializada aplicada sobre chapisco. Os blocos apresentaram como resultado valores entre 41 e 48 dB, sendo classificados com um nível de desempenho mínimo pela ABNT NBR 15575 (2013).

#### 2.2.3.8.2 Segurança contra incêndio

Com relação à segurança contra incêndio, a ABNT NBR 15575 (2013) visa em primeiro lugar, à integridade física das pessoas e, depois, a própria segurança patrimonial. Os sistemas de vedações verticais devem cumprir alguns requisitos como: dificultar a ocorrência da inflamação generalizada e sua propagação, bem como minimizar o risco de colapso estrutural da edificação.

A norma que estabelece as condições para controlar os riscos de propagação e preservar a estabilidade estrutural a serem atendidas pelos elementos do sistema de vedação que integram os edifícios é a ABNT NBR 14432 (2001).

Segundo essa norma, no caso de unidade habitacional unifamiliar, isolada, até 2 pavimentos, exige-se resistência ao fogo de 30 minutos para os sistemas de vedação vertical interna e externa somente na cozinha e ambiente fechado que abrigue equipamento de gás.

Segundo Yazigi (2002), os blocos de vedação cuja largura é de 9 cm, resistem ao fogo por 105 minutos. Já os blocos de vedação de 14 cm de largura, resistem ao fogo por 175 min, apresentando, portanto, tempo de resistência ao fogo maior que o mínimo exigido pela norma.

#### 2.2.3.8.3 Determinação da resistência ao impacto de corpo duro

O ensaio de impactos de corpo duro é realizado de modo a representar choques acidentais gerados pela própria utilização da edificação, atos de vandalismo e outros. De acordo com a ABNT NBR 15575 (2013), os impactos são aplicados por esferas de aço maciças, que são soltas de alturas estabelecidas, objetivando um movimento pendular em direção à parede, sem que haja repiques. Os elementos impactados não podem ser transpassados, sofrer ruptura ou instabilidade, tampouco apresentar fissuras, escamações, delaminações ou outras falhas que comprometam o estado de utilização.

Para a realização do ensaio, os blocos cerâmicos de vedação da Cerâmica Roque foram assentados com argamassa grossa industrializada e revestidos com a mesma argamassa na espessura de 2 cm em ambas as faces, formando uma parede de dimensão 4,12 x 3,20 metros.

Como resultado para o desempenho de impacto de corpo duro, os blocos cerâmicos apresentaram 10 repetições para 20 J (esfera de 1 kg) e de 3,75J (esfera de 0,5 kg), apenas a ocorrência de mossas com profundidades não maiores do que 2,57 mm, indicando um nível de desempenho superior de acordo com a norma.

#### 2.2.3.8.4 Verificação de estanqueidade à água em vedação vertical

Para que uma edificação seja habitável é necessário que as condições de saúde e higiene sejam garantidas no ambiente, e que não seja uma fonte potencial de doenças respiratórias, proliferação de fungos e outros. Além disso, a durabilidade de uma construção depende diretamente da estanqueidade da água de seus elementos.

Esse ensaio tem como objetivo submeter a face externa do corpo de prova de uma vedação (parede) a uma vazão de água durante um tempo determinado. A amostra foi composta de blocos cerâmicos assentados com argamassa industrializada e revestida com a mesma na espessura de 1,5 cm. As faces externas da amostra receberam 3 demãos de pintura impermeabilizante.

A amostra durante todo o período do ensaio apresentou comportamento satisfatório mediante a exposição de água e pressão de ar, sem exposição de manchas de umidade nas faces internas, indicando um nível de desempenho superior de acordo com a norma.

#### 2.2.3.8.5 Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações

Os sistemas de vedação vertical de uma edificação devem resistir às solicitações provenientes da fixação de peças suspensas como: armários, prateleiras, lavatórios, hidrantes, quadros, entre outros, independentemente se tem função estrutural ou não.

As paredes ou divisórias de uma edificação, não devem apresentar, sob ação de cargas de peças suspensas, fissuras, deslocamentos horizontais instantâneos ou residuais, lascamentos ou rupturas, muito menos permitir a remoção dos instrumentos de fixação ou seu esmagamento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

Os blocos cerâmicos de vedação da Cerâmica Roque foram submetidos a carga máxima de 1,2 kN, cuja aplicação na peça foi mantida constante por um período de 24 horas e após o término da submissão da carga, foi observado que não foram percebidas alterações. Logo, apresentaram nível de desempenho superior de acordo com a norma.

## 2.2.4 Alvenaria de blocos com dupla placa cimentícia preenchida com EPS

### 2.2.4.1 Características do sistema

De acordo com Tauil e Nese (2010), alvenaria é um conjunto formado por peças justapostas, unidas por argamassa apropriada, com objetivo de formar uma estrutura vertical coesa. A estrutura deve resistir os esforços aplicados como peso próprio e cargas de uso, desempenha papel de vedação, isola e protege térmica e acusticamente os ambientes, além de resistir à ação do fogo e impedir a entrada de chuva e vento nos mesmos.

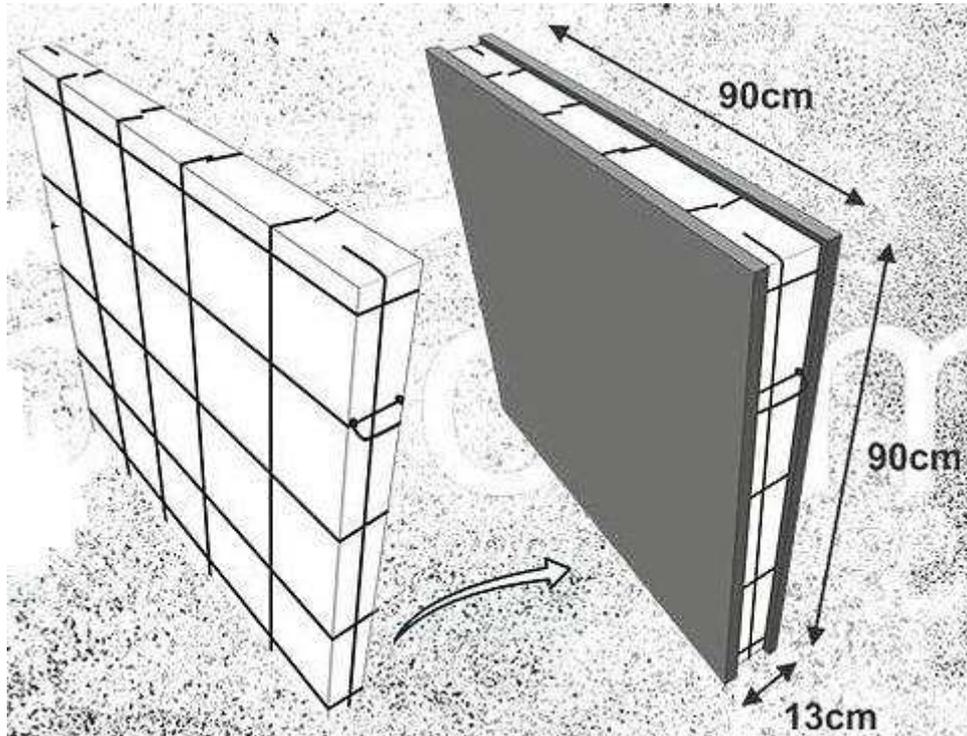
Atualmente no mercado da construção civil, há vários tipos de materiais utilizados como vedação, podendo ser compostos de blocos cerâmicos, blocos de concreto, paredes de PVC recheadas ou não de concreto, paredes de gesso, paredes de concreto, blocos de vedação de poliestireno entre outros, podendo ter ou não função estrutural.

Em busca de novos produtos diferenciados, técnicas construtivas são desenvolvidas e aperfeiçoadas por pesquisadores, técnicos da engenharia civil e outras áreas, que incorporam conhecimento científico em novos métodos a serem utilizados nas construções e, que obedeçam a requisitos básicos previstos em normas brasileiras.

Outro fator que tem contribuído para o aumento de pesquisas e inovações tecnológicas são os problemas ambientais. O conceito de construção sustentável está muito difundido e assim, grande parte dos novos métodos construtivos desenvolvidos para a construção civil tem um direcionamento para a sustentabilidade. O foco é a redução de poluição causada pelas construções e de desperdícios, que implica na redução de energia já gasta na produção dos materiais e insumos, aproveitando os recursos naturais como a luz para economizar energia e assim, contribuir para uma construção civil mais sustentável (CORRÊA, 2009).

Tendo em vista esta mentalidade, foi desenvolvido um novo tipo de sistema de vedação, a alvenaria de blocos de dupla placa cimentícia preenchida com EPS. É um bloco inovador de alvenaria em paredes, composta de placas cimentícias com resistência de 12 MPa, preenchidas com EPS (poliestireno expandido), com dimensões de 90 x 90 x 13 centímetros, ficando a parede com 13 centímetros de espessura acabada, com cada peça possuindo peso de 45 kg. O bloco é confeccionado com os materiais mais utilizados na construção civil como cimento, aditivo impermeabilizante, pó de pedra e água. Por dentro do bloco, há uma armação realizada com ferro CA60 fio 3,4 mm a cada 20 cm em tela galvanizada soldada, que impede o aparecimento de fissuras na parede.

Figura 4 - Bloco constituído de placas cimentícias preenchidas por EPS



Fonte: Blocom (2019)

A função principal desse sistema dentro de uma construção é a de promover a vedação, a partir da separação de ambientes e fachadas. Todo o peso é absorvido pela estrutura de pilares e vigas, sejam eles de concreto armado ou estrutura metálica, sendo possível afirmar que as paredes construídas não possuem função estrutural.

A alvenaria com esse tipo de bloco é um sistema construtivo novo que ainda está buscando mercado, mas que está sendo utilizado nas pequenas e grandes construções e ainda possibilita uma variedade de aplicações, oferecendo soluções de qualidade para projetos de casas, prédios, fachadas, galpões, edifícios comerciais, entre outros.

Na Figura 5 apresentada, tem-se um galpão que foi construído em estrutura metálica cujo sistema de vedação é feito de blocos de dupla placa cimentícia preenchida com EPS.

Figura 5 - Galpão em estrutura metálica com vedação em blocos cimentícios preenchidos com EPS



Fonte: Eng. Civil Neyton Biller de Souza (2019)

Na Figura 6, tem-se o shopping Guarus Plaza que fica na região de Goytacazes, Rio de Janeiro, que foi construído em estrutura de concreto armado e a com cobertura estrutura metálica, o sistema de vedação também foi feito de blocos dupla placa cimentícia preenchida com EPS.

Figura 6 - Execução de shopping com sistema de vedação em bloco cimentício preenchido com EPS



Fonte: Blocom (2019)

Esse sistema de vedação se destaca pelo conceito de racionalização, organização e simplicidade na construção, além de estar diretamente ligado à sustentabilidade, uma vez que há uma redução do uso de água, areia e cimento para o assentamento dos blocos e do uso de formas, gerando menos desperdícios no canteiro de obras e, minimizando o entulho e a poluição gerada pelas construções.

#### 2.2.4.2 Classificação do sistema

De acordo com a classificação apresentada no item 2.2.2 segundo Barros e Franco (2002, *apud* Dueñas Peñas, 2003), as vedações verticais de blocos composto de placas cimentícias e preenchidas com EPS são classificadas como:

- a) Quanto à posição no edifício: o bloco é classificado como vedação interna e externa, pois, ela pode ser colocada tanto no exterior do edifício quanto no seu interior para separar os ambientes;
- b) Quanto à técnica de execução: os blocos constituídos por duplas placas cimentícias preenchidas com EPS, é um elemento pré-moldado e montado por meio da solidarização da argamassa, sendo assim, classificado como por acoplamento úmido;
- c) Quanto à sua densidade superficial: essa característica é muito importante, pois influencia no dimensionamento das cargas das estruturas e na fundação. Para tal classificação, o bloco se enquadra no conceito de vedação vertical leve, pois não possuem função estrutural e sua densidade superficial é em torno de 65 kg/m<sup>2</sup>, de acordo com as características dadas pelo fabricante do bloco;
- d) Quanto à estruturação: no caso da vedação de bloco, é considerada como de autoportante, pois, é confeccionado de placas de concreto e seus componentes não possuem estruturas reticulares para suportar cargas provenientes dos elementos estruturais do edifício;
- e) Quanto à continuidade do pano (em relação à distribuição dos esforços): para essa classificação, o bloco se enquadra no conceito de vedação vertical contínua, pois, a absorção dos esforços transmitidos à vedação é feita pelo conjunto dos elementos constituintes;

- f) Quanto à continuidade superficial (em relação à visibilidade das juntas): o bloco, para essa classificação, se enquadra no conceito de vedação vertical monolítica, pois, a parede depois de acabada, fica sem juntas aparentes;
- g) Quanto à mobilidade (facilidade de remoção do local): o bloco se enquadra no conceito de estrutura fixa, pois não pode ser removida sem destruição.

De acordo com todas as classificações apresentadas, pode-se dizer que o bloco de placas cimentícias preenchidas com EPS é considerado como vedação vertical interna e externa, autoportante, leve, moldada por acoplamento úmido, monolítica, contínua e fixa.

#### 2.2.4.3 Processo de execução

Os materiais e o procedimento para a execução de vedações internas e externas feitas com o novo tipo de bloco se assemelha com a execução de alvenaria convencional. De acordo com Thomaz, Mitidieri Filho *et al.* (2009), será apresentado os procedimentos para a execução de vedações:

- Executar a marcação da modulação da alvenaria, assentando os blocos nos cantos, em seguida, faz-se a marcação da primeira fiada com os blocos assentados sobre uma camada de argamassa previamente estendida;
- Deve-se ter atenção na construção dos cantos e de cada fiada, que deve ser executada verificando o nivelamento, perpendicularidade, prumo e espessura das juntas, porque servem como gabarito para a construção em si (Figura 7);

Figura 7 - Verificação de prumo



Fonte: Obra em Itapurena, Rio de Janeiro

- As juntas verticais não devem coincidir entre as fiadas contínuas, de modo a garantir a amarração dos tijolos (Figura 8).

Figura 8 - Amarração dos blocos



Fonte: Blocom (2019)

Yazigi (2002) recomenda o uso de “encunhamento” na última fiada da alvenaria, pois o encontro entre as paredes e lajes ou fundos de vigas são pontos suscetíveis a deflexões dessas estruturas, e o objetivo do encunhamento é para que não haja trincas e/ou fissuras ou ainda, destacamento das alvenarias.

O “encunhamento” pode ser feito de duas formas. A primeira opção é realizar o “encunhamento” após 7 dias, quando ocorre a cura da argamassa de assentamento da antepenúltima fiada, utilizando tijolos maciços inclinados a 45 graus em relação ao restante da alvenaria. Outra opção é a utilização de argamassa com aditivo expensor, onde a alvenaria é executada até a última fiada e somente no encontro com a laje ou o fundo da viga, é feito o preenchimento com a argamassa (YAZIGI, 2002).

#### 2.2.4.4 Instalações

As formas de instalação para os blocos são iguais aos de uma construção de alvenaria convencional, possibilitando todo tipo de instalação, sendo ainda necessário fazer cortes nas paredes recém-executadas para a passagem dos dutos e tubulações, o que acaba gerando entulho na obra.

Para o preenchimento dos rasgos gerados para a passagem das instalações, diferentemente do que se costuma fazer na alvenaria convencional, o qual é usado argamassa composta de água, areia e cimento, o fabricante recomenda que se preencha de gesso por apresentar uma aderência melhor com o bloco se comparado à argamassa comum.

Porém, como o bloco é preenchido por EPS, pode ser feito no próprio local da obra, o derretimento do mesmo para a passagem dos dutos e tubulações, evitando assim, cortes na peça, reduzindo o entulho, como pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 - Instalações elétricas embutidas no bloco para evitar a quebra da placa cimentícia



Fonte: Eng. Civil Neyton Biller de Souza (2019)

Embora esse sistema de vedação permita essa possibilidade de instalação, a sua forma não facilita possíveis manutenções futuras, sendo necessário, portanto, realizar cortes na parede.

Para as instalações hidrossanitárias e elétricas, podem ser utilizados os mesmos materiais empregados na construção convencional, como tubos de PVC, cobre e eletrodutos de PVC, PP (polipropileno) ou PE (polietileno), sendo mais recomendado o uso de dutos corrugados que facilitam a execução e geram menos desperdício.

É importante lembrar que o caminho da passagem das instalações é definido em projeto e em hipótese alguma deve ser ignorado. Deve-se tomar cuidado principalmente, com a locação das tubulações e dutos na fundação, para que sejam posicionados de forma correta, evitando problemas após a concretagem da mesma.

#### 2.2.4.5 Revestimentos

Os revestimentos de argamassa podem ser definidos como uma proteção de uma superfície porosa, podendo ser executados com uma ou mais camadas superpostas de espessura

uniforme, o que resulta em uma superfície adequada para receber o acabamento final (SZLAK *et al.*, 2002).

Uma de suas principais funções é a proteção da base (paredes que são feitas de alvenaria de qualquer tipo de bloco) e da estrutura da edificação, de ação direta de agentes externos e, conseqüentemente, contribuição para o isolamento termoacústico e para a estanqueidade à água (SZLAK *et al.*, 2002).

Uma das vantagens do bloco com dupla placa cimentícia preenchido com EPS é a ausência de revestimento (chapisco, emboço e reboco), reduzindo tempo de execução da obra. Contudo, a placa cimentícia exerce as mesmas funções que as camadas de argamassa exercem na alvenaria de bloco cerâmico, além de possuir uma superfície bem nivelada, resultando numa base regular apropriada a receber os acabamentos.

#### 2.2.4.6 Vantagens e desvantagens

Com as informações obtidas sobre os materiais e técnicas do sistema construtivo de alvenaria de blocos cimentícios preenchidos com EPS nas suas variadas aplicações, é possível destacar algumas vantagens da utilização do mesmo, como:

- Sistema construtivo monolítico, composto por elementos produzidos com rigoroso controle de qualidade, resultando em peças mais resistentes e padronizadas;
- Rapidez de execução, devido ao tamanho do bloco e facilidade no assentamento;
- Bom desempenho acústico e proteção térmica devido aos materiais existentes na composição do bloco;
- Economia de água na obra devido ao baixo consumo de argamassa para assentamento do bloco;
- Menor desperdício no canteiro de obras, pois gera pouco entulho;
- É possível fazer o cálculo preciso da quantidade de blocos, facilitando a logística;
- Leveza da obra, pois bloco pesa aproximadamente 55 kg por metro quadrado, o que permite uma economia na estrutura da obra, diminuindo o uso de ferragens e concreto;
- Ausência de futuras rachaduras e/ou fissuras na parede, devido à malha de aço presente na placa de concreto;

- Não necessita de mão de obra mais qualificada, devido ao processo de execução se assemelhar à alvenaria convencional;
- A parede fica mais plana e lisa, evitando os costumeiros erros de ângulo, além da precisão na espessura da parede;
- As placas cimentícias possuem maior resistência, se comparado ao reboco feito em alvenarias de tijolos cerâmicos.

Assim como todo sistema construtivo, esse novo tipo de bloco de alvenaria também apresenta pontos negativos a serem analisados, como:

- A não liberdade arquitetônica, uma vez que não permite as mais variadas formas e elementos em projeto;
- O sistema não é totalmente sustentável, já que a estrutura formada não pode ser desmontada e reutilizada, embora o concreto seja um material reciclável; além disso, o sistema não é ser considerado “seco”, uma vez que é necessária a utilização de água na construção, embora em menor quantidade;
- O bloco ainda pode ser mais caro quando comparado aos outros sistemas construtivos, fator que depende da disponibilidade de fornecedores uma vez que a peça é fabricada apenas em alguns estados do país;
- Por ser um sistema novo com pouco material de pesquisa e fonte de conhecimento, há certas resistências de alguns profissionais da construção civil em relação ao uso do bloco.

#### 2.2.4.7 Requisitos de desempenho para o sistema de vedação interna e externa

Para que o edifício como um todo atenda às necessidades dos usuários durante seu período de utilização, é necessário que cada um dos subsistemas exerça sua função. Nesse sentido, deve haver um equilíbrio dinâmico entre o edifício e seu meio, tendo como resultado desse equilíbrio o denominado desempenho do produto (SOUZA, 2015).

Como as vedações podem atuar em sincronia com a estrutura e resistir às ações decorrentes de sua movimentação, além de poder assumir função estrutural, faz-se necessário que análises sejam feitas em conjunto com os elementos, componentes e sistemas que interagem com elas, tais como: esquadrias, caixilhos, cobertura, pisos e instalações (SANTOS, 2014).

A opção pelo tipo de sistema de vedação a ser empregada em um determinado empreendimento, depende se o mesmo apresenta requisitos funcionais de acordo com a norma e da necessidade do cliente na elaboração do projeto. A vedação externa possui requisitos a serem atendidos distintos daqueles a serem atendidos pela vedação interna, logo, nem sempre a melhor opção para a primeira também o será para a segunda. (MARQUES, 2013)

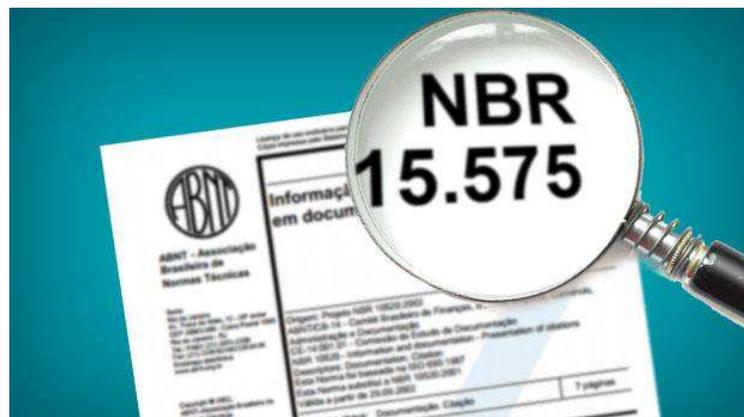
Além disso, a escolha do processo construtivo do sistema de vedação do empreendimento é muito importante para fechar acordo com o cliente pois, é levado em consideração alguns outros requisitos que dizem respeito unicamente à construtora, sendo eles: o custo que o sistema implicará, o prazo no qual ele será concluído e o tipo de mão de obra que o determinado sistema requer (MARQUES, 2013).

Assim, dizemos que não há um processo construtivo melhor que outro, e sim condições mais apropriadas para cada tipo de processo e empreendimento, considerando sempre tanto os requisitos de qualidade e custo-benefício do cliente como os de viabilidade para a construtora (MARQUES, 2013).

Marques (2013) ainda corrobora, a vedação vertical contribui de forma decisiva para o desempenho do edifício, pois é parte fundamental da construção para garantir bons isolamentos térmico e acústico, assim como estanqueidade à água e controle da passagem de ar, além de proteção e resistência contra ação do fogo. Esses requisitos de desempenho são exigidos em maior ou menor grau de intensidade, dependendo da posição que a vedação ocupa no edifício.

Para isso, a ABNT NBR 15575, publicada em 2013, conhecida como norma de desempenho, foi criada com o objetivo de estabelecer critérios mínimos que devem ser atendidos por construtoras, a fim de garantir segurança, conforto e produtos de qualidade aos clientes.

Figura 10 - NBR 15575: Edificações habitacionais - Desempenho



Fonte: Soares (2018)

A norma de desempenho é dividida em seis partes, que abrange os seguintes itens: requisitos gerais, estrutura, pisos, vedações verticais, cobertura e sistemas hidráulicos. O sistema de vedação de blocos com dupla placa cimentícia preenchidas com EPS deve ser analisado conforme a parte quatro da norma, que se refere aos requisitos para os sistemas de vedações verticais externas e internas.

Por ser novo no mercado, esse sistema de vedação vertical ainda não conta com estudos que contemplem tal assunto. Contudo, foi realizado ensaios em laboratório de Construção Civil do Centro Universitário Redentor e ainda, nos Institutos Lactec, cujos resultados serão apresentados a seguir, estando os relatórios presentes em anexo.

#### 2.2.4.7.1 Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas – Mão-francesa padrão

As vedações de edificação habitacional que possam ter função estrutural ou não, sob ação de cargas devidas a peças suspensas não devem apresentar fissuras, deslocamentos horizontais instantâneos ( $d_h$ ) ou deslocamentos horizontais residuais ( $d_{hr}$ ), lascamentos ou rupturas, nem permitir o arrancamento dos dispositivos de fixação nem seu esmagamento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

O método de ensaio consiste em colocar os dispositivos de fixação na peça e em seguida, realiza-se a aplicação de cargas. O resultado do ensaio de solicitação de cargas provenientes de peças suspensas, fixada através de buchas plásticas 10 mm para concreto, está apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Resultado do ensaio de solicitação de peças suspensas

Carga (kN)	Deslocamento instantâneo ( $d_h$ ) (mm)	Deslocamento após 3 min ( $d_{hr}$ ) (mm)	Ocorrências
0,10	0,05	0,06	-
0,20	0,11	0,11	-
0,30	0,17	0,17	-
0,40	0,23	0,24	-
0,50	0,32	0,35	Fissura no lado esquerdo da mão-francesa
0,60	0,42	0,46	Aumento da fissura
0,70	0,57	-	Rompeu 19 segundos após colocação da carga
		0,52	

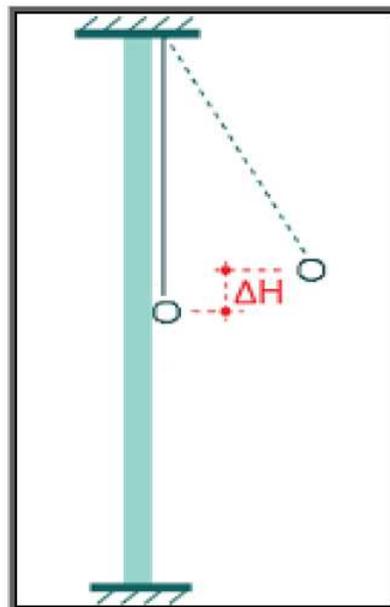
Fonte: Instituto Lactec (2018)

Segundo a ABNT NBR 15575-4 (2013), para cumprir o nível de desempenho mínimo, o valor recomendável para a carga de ensaio a ser aplicada na peça é de 0,8 kN, tendo como critério de desempenho a ocorrência de fissuras toleráveis, com limitações nos deslocamentos horizontais. Conforme o Quadro 2, é possível notar que o bloco não passou no ensaio, visto que o mesmo começou a fissurar com carga de 0,5 kN e com 0,7 kN a peça rompeu com 19 segundos após a colocação da carga, não apresentando nível mínimo de desempenho quanto a solicitações de cargas provenientes a peças suspensas fixadas por mão-francesa padrão.

#### 2.2.4.7.2 Determinação da resistência ao impacto de corpo duro

Nesse ensaio, o corpo de prova é submetido a diversos impactos na face externa, através de esferas de aço de 1 kg e 0,5 kg, que são posicionadas para uma liberação pendular, mantida em repouso de alturas conhecidas, gerando a energia de impacto conforme requisitos normativos (Figura 11). Os impactos são executados em dez pontos distintos sem haver repiques. Após cada aplicação de impacto, as amostras são avaliadas visualmente e são registrados os deslocamentos e eventuais falhas.

Figura 11 - Esquema de montagem do ensaio de impacto de corpo duro



Fonte: Instituto Lactec (2018)

O resultado do ensaio de resistência ao impacto de corpo duro está apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Resultado do ensaio de impacto de corpo duro

Vedações Verticais Externas - Impacto externo				
Energia (J)	Altura (m)	Profundidade da moessa (mm)	Ocorrências	Requisitos
3,75	0,75	0,14	Mossa	Não ocorrência de falhas. (Nível M)
		0,19	Mossa	
		0,12	Mossa	
		0,07	Mossa	
		0,12	Mossa	
		0,06	Mossa	Não ocorrência de falhas. Profundidade da moessa $p \leq 2,0$ mm (Nível I, S)
		0,12	Mossa	
		0,13	Mossa	
		0,13	Mossa	
		0,06	Mossa	
20	2,00	0,52	Mossa	Não ocorrência de ruptura nem traspasse.
		0,35	Mossa	
		0,27	Mossa	
		0,53	Mossa	
		0,67	Mossa	
		0,75	Mossa	
		0,47	Mossa	
		0,52	Mossa	
		0,66	Mossa	
		0,64	Mossa	

Fonte: Instituto Lactec (2018)

Segundo a ABNT NBR 15575-4 (2013), para que a alvenaria se enquadre no nível de desempenho mínimo, para o ensaio de resistência ao impacto de corpo duro de vedações verticais externas, ela não deve apresentar falhas, ruptura ou traspasse, com energia de impacto de equivalente a 3,75 J e 20.

Analisando os resultados, é possível observar que durante todo o ensaio foi observado apenas mossas, resultante da pressão exercida do corpo duro, apresentando assim, nível de desempenho superior.

### 2.2.4.7.3 Verificação de estanqueidade à água em vedação vertical externa

O ensaio consiste em submeter à face externa de um corpo de prova do sistema de vedação vertical externo – SVVE a uma vazão de água calibrada de  $(3,0 \pm 0,3)$  dm<sup>3</sup>/min/m<sup>2</sup>, conforme norma ABNT NBR 15575-4 (2013), criando uma cortina de água homogênea e contínua, com a aplicação simultânea de uma pressão pneumática sobre essa face do corpo de prova durante 7 horas contínuas. Podemos analisar o resultado do ensaio através do Quadro 4:

Quadro 4 - Resultado do ensaio de verificação da estanqueidade à água

Horas	Ocorrências
1	Sem ocorrência
2	Sem ocorrência
3	Sem ocorrência
4	Sem ocorrência
5	Sem ocorrência
6	Mancha de umidade na face oposta à incidência de água
7	Permanência da mancha

Fonte: Instituto Lactec (2018)

Foi verificado ao final do ensaio, uma mancha de umidade circular com um diâmetro de aproximadamente 14 cm no centro do bloco e na face oposta à incidência de água, equivalente a uma área de 2,4% da área em análise. Segundo a ABNT NBR 15575-4 (2013), para cumprir o nível de desempenho mínimo, para edificação com mais de um pavimento, o valor percentual máximo recomendável é de 5% de área da face oposta à incidência de água, apresentando assim, o nível mínimo exigido pela norma.

### 2.2.4.7.4 Ações transmitidas por portas – Fechamento brusco

Segundo a ABNT NBR 15575-4 (2013), o ensaio consiste em submeter a amostra a dez operações de fechamento brusco sob a ação de um impacto de corpo mole de 240 J, aplicado no centro geométrico da folha da porta. Podemos analisar o resultado do ensaio através do Quadro 5:

Quadro 5 - Resultado do ensaio de impacto de ações transmitidas por portas através de fechamento brusco

Ciclos	Ocorrências	Requisitos
1	-	Quando as portas forem submetidas a dez operações de fechamento brusco, as paredes não podem apresentar falhas, como rupturas, fissuras, destacamentos no encontro com o marco, cisalhamento nas regiões de solidarização do marco, destacamentos em juntas entre componentes das paredes e outros.
2	-	
3	-	
4	-	
5	-	
6	-	
7	-	
8	-	
9	-	
10	-	

Fonte: Instituto Lactec (2018)

Foi verificado ao final do ensaio que a portas submetidas às 10 operações de fechamento brusco não apresentaram falhas como: rupturas, fissurações, destacamentos no encontro do marco, cisalhamento nas regiões de solidarização do marco e outros, apresentando, portanto, nível mínimo exigido por norma.

### 3 METODOLOGIA

A pesquisa deste trabalho pode ser definida como: qualitativa, exploratória, bibliográfica e documental.

Quanto ao método de abordagem da pesquisa, pode ser classificada como quantitativa ou qualitativa.

[...] na pesquisa quantitativa, o pesquisador está preocupado em encontrar o melhor teste estatístico para validar sua hipótese, enquanto que, na qualitativa, ele apresenta as questões de pesquisa, procura estabelecer estratégias, no âmbito da pesquisa exploratória, para poder sistematizar as ideias e, assim, construir suas categorias de análise. (MOTTA *et. al.*, 2013, p. 114)

Logo, esta pesquisa pode ser classificada como qualitativa, onde a comparação entre a alvenaria de bloco cerâmico e alvenaria de bloco de dupla placa cimentícia é feita por meio da apresentação das principais características destes sistemas, mostrando as diferenças de materiais e dos processos adotados em cada um deles.

Quanto ao objetivo, a pesquisa é exploratória, uma vez que procura proporcionar maior familiaridade com o objeto de estudo (MOTTA, 2013), neste caso, por meio de pesquisa bibliográfica e documental, apresentando as principais características de cada sistema construtivo estudado.

Quanto aos procedimentos, a pesquisa é bibliográfica, pois os conceitos e conteúdo da revisão foram obtidos através de fontes como manuais, livros, dissertações, trabalhos de conclusão de cursos, artigos, meios eletrônicos, etc., e documental, pois alguns dados foram obtidos através da consulta em tabelas oficiais de composição de preços, utilizadas para elaboração do orçamento na pesquisa (MOTTA, 2013).

O presente trabalho, que é referente a um estudo no ramo da Construção Civil, se utiliza principalmente de dados obtidos do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) no mês de janeiro do ano de 2019, para a devida comparação de custos. Contudo, serão considerados outros aspectos como características qualitativas e viabilidade dos sistemas.

O bloco de dupla placa cimentícia preenchida com EPS estudado no presente trabalho, é um produto patenteado e possui apenas um fabricante, o Blocom. Logo, todos os parâmetros necessários para a obtenção de dados como custo, produtividade e equipe de mão de obra foram fornecidos pelo mesmo.

Como primeira etapa de pesquisa, tem-se o referencial teórico, cujo objetivo era o conhecimento de ambos os sistemas, através de características dos sistemas, classificação, processo construtivos, desempenho em relação a norma e vantagens e desvantagens.

Como segunda etapa da pesquisa, foi elaborado o projeto de uma residência de caráter unifamiliar, cuja autoria é da própria autora. A partir da interpretação do projeto, foi realizado o levantamento quantitativo e de custos no sistema de alvenaria convencional em tijolo cerâmico, bem como do bloco constituído de dupla placa cimentícia preenchida com EPS e, posteriormente, um orçamento analítico, para analisar a diferença dos custos diretos para um projeto executado em cada um destes sistemas.

Conforme Mattos (2006), o orçamento analítico é a maneira mais detalhada de realizar um orçamento, uma vez que é feito a partir de composições de custos e uma apurada pesquisa de preços dos insumos, chegando a um valor bem próximo ao custo “real”. Fazer o orçamento analítico é ter em mãos os projetos e em seguida, fazer o levantamento dos quantitativos e composições de custos unitários para cada serviço da obra, levando em consideração mão de obra, materiais e equipamentos para devida execução. Posteriormente, faz-se a computação dos custos indiretos, como: manutenção do canteiro de obras; equipes técnicas, administrativas e de suporte da obra; taxas e emolumentos, entre outros.

No estudo em questão será adotado esta metodologia, entretanto, será desconsiderado as bonificações e despesas indiretas (BDI) nos orçamentos, visto que seria aplicado a mesma taxa para ambos, ou seja, para motivos de comparação não traria diferença alguma.

A terceira etapa consiste na análise comparativa dos projetos e dos quantitativos de materiais que foram levantados, bem como os respectivos custos dos serviços. E por fim, é indicado qual sistema construtivo tem maior viabilidade econômica e construtiva.

### **3.1 Apresentação da edificação padrão**

O primeiro passo do estudo em questão se deu na escolha de um modelo de residência que se adeque aos padrões populares da construção brasileira e que seja possível a adaptação do projeto para os dois sistemas construtivos estudados: alvenaria convencional de blocos cerâmicos e alvenaria em blocos de dupla placa cimentícia preenchida com EPS. Para isto, foi definido o projeto arquitetônico modelo, cuja planta baixa encontra-se no item 3.1.1.

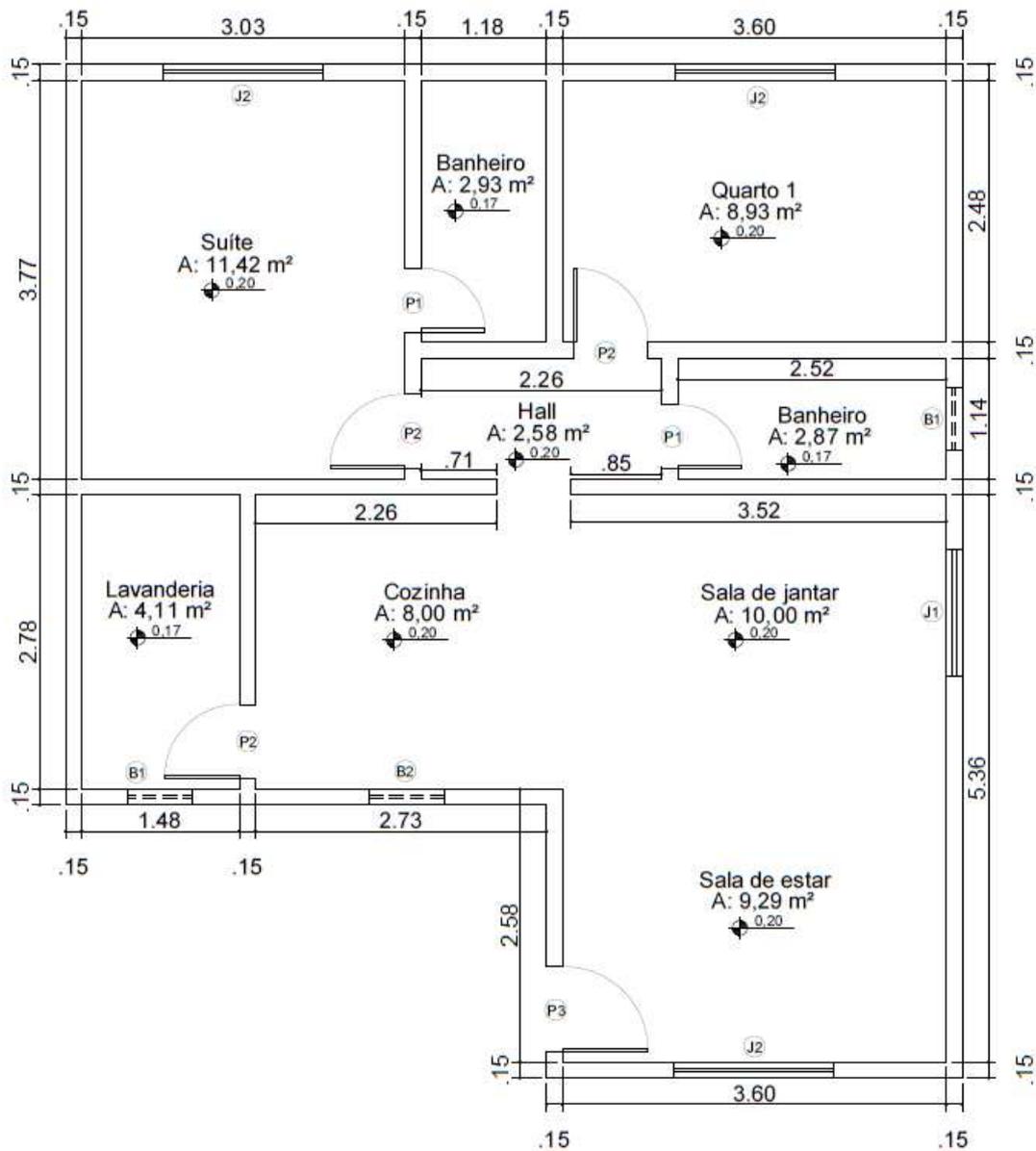
### 3.1.1 Projeto

O estudo comparativo utiliza um projeto padrão para analisar a construção de uma edificação através de dois métodos construtivos: alvenaria convencional de blocos cerâmicos e de blocos constituídos por dupla placa cimentícia preenchida com EPS.

Em relação aos projetos, o uso do sistema com bloco preenchido com EPS representou um ganho de área útil dos compartimentos da edificação, visto que as paredes do sistema escolhido possuem espessura menor que as paredes de tijolo cerâmico.

Os blocos cerâmicos mais comumente utilizados para esse tipo de construção apresentam 9 cm de espessura e as paredes feitas com eles apresentam ainda acabamentos (chapisco e emboço, nesse caso), que normalmente variam entre 1,5 a 2,5 cm. Assim, uma parede acabada apresenta espessura em torno de 15 cm, espessura essa que será utilizada nas paredes de tijolo cerâmico (Figura 12).

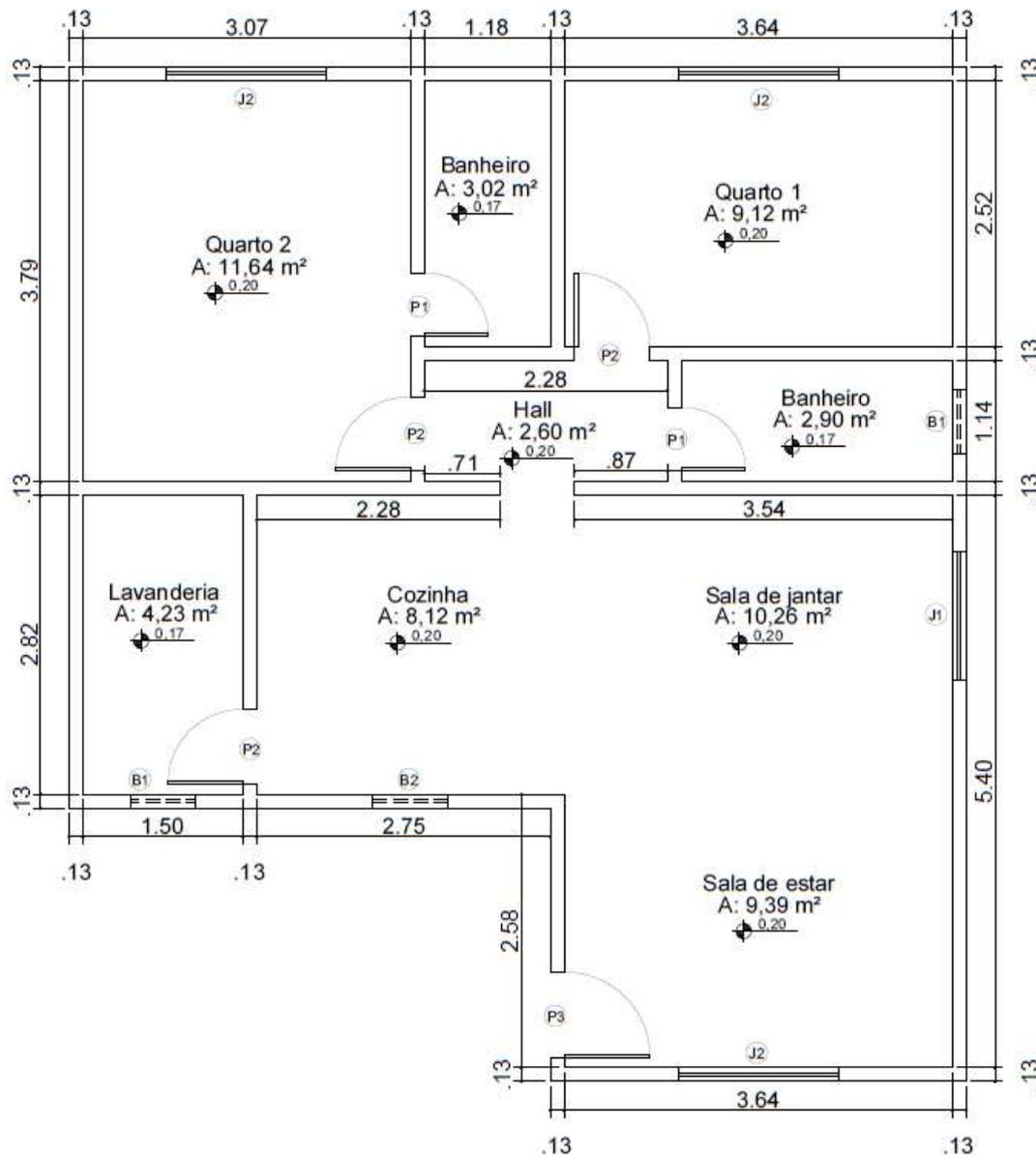
Figura 12 - Planta baixa da edificação com paredes de blocos cerâmicos



Fonte: Autora (2019)

Para o projeto padrão utilizado no sistema construtivo de alvenaria de blocos de dupla placa cimentícia preenchida com EPS, foi necessário realizar adaptações, diminuindo a espessura das paredes de 15 cm para 13 cm, que apesar de pouco, proporciona uma área útil maior conforme planta baixa na Figura 13.

Figura 13 - Planta baixa da edificação com paredes de bloco com dupla placa cimentícia preenchida com EPS



Fonte: Autora (2019)

A planta baixa da edificação padrão é composta por um quarto, uma suíte, um banheiro, uma cozinha, uma sala de estar, uma sala de jantar e uma lavanderia. Ambas as plantas possuem 68,93 m<sup>2</sup> de área construída. Porém, como as paredes possuem espessuras diferentes, temos para as de blocos cerâmicos e para a de bloco com dupla placa cimentícia, respectivamente, 60,13 m<sup>2</sup> e 61,28 m<sup>2</sup> de área útil. No Quadro 6 temos o resumo das áreas de cada cômodo da edificação.

Quadro 6 - Resumo das áreas dos cômodos da edificação padrão

Bloco cerâmico		Bloco de placas cimentícias	
Cômodos	Área (m <sup>2</sup> )	Cômodos	Área (m <sup>2</sup> )
Sala de estar	9,29	Sala de estar	9,39
Sala de jantar	10,00	Sala de jantar	10,26
Suíte	11,42	Suíte	11,64
W.C. (suíte)	2,93	W.C. (suíte)	3,02
Quarto 1	8,93	Quarto 1	9,12
Banheiro	2,87	Banheiro	2,90
Hall	2,58	Hall	2,60
Cozinha	8,00	Cozinha	8,12
Lavanderia	4,11	Lavanderia	4,23

Fonte: Autora (2019)

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1 Levantamento de quantitativo dos sistemas

O processo de orçamentação foi dividido em três etapas principais: o levantamento de quantitativo de materiais, a elaboração da composição unitária e a pesquisa de preço.

Após a finalização dos projetos, iniciou-se a etapa de levantamento de quantitativos. A partir das plantas baixas, é possível calcular a quantidade de insumos ou materiais utilizados na etapa de alvenaria e acrescentar a uma taxa de perda de 10%.

A partir do levantamento de alvenaria, obteve-se uma quantidade de 162,1 m<sup>2</sup> de parede, considerando o pé-direito de 2,8 m, sendo que não foram descontados os vãos, uma vez que os vãos de portas, janelas e basculantes são inferiores a 2 m<sup>2</sup> (MATTOS, 2006).

No levantamento dos materiais da alvenaria de blocos cerâmicos considerou-se as seguintes características do material: 9x19x19 cm com furos horizontais para vedações internas e externas, incluindo argamassa de assentamento para juntas verticais e horizontais com espessura de 1 cm, o revestimento de chapisco com traço de 1:3 na espessura de 5 mm e massa única/emboço, com traço de 1:2:8 na espessura 20 mm.

Quadro 7 - Quantitativo de bloco cerâmico

Descrição		Total	Unid.
1.0	Alvenaria de vedação de bloco cerâmico		
	1.1 Bloco cerâmico 9x19x19 cm	4458	UNI
	1.2 Argamassa de assentamento	1,57	m <sup>3</sup>

Fonte: Autora (2019)

Quadro 8 - Quantitativo de revestimento aplicado em bloco cerâmico

Descrição		Total	Unid.
2.0	Revestimento aplicado em alvenaria de vedação de bloco cerâmico		
	2.1 Chapisco	1,50	m <sup>3</sup>
	2.2 Massa única/emboço	13,41	m <sup>3</sup>

Fonte: Autora (2019)

No caso da vedação de blocos com placas cimentícias preenchidas com EPS, o método não requer revestimentos, assim, foi levantado apenas o quantitativo de blocos e de argamassa de assentamento para juntas verticais e horizontais com espessura de 1,5 cm.

Quadro 9 - Quantitativo de blocos com dupla placa cimentícia preenchida com EPS

Descrição		Total	Unid.
3.0	Alvenaria de vedação de bloco preenchido com EPS		
3.1	Bloco 13x90x90 cm	213	UNI
3.2	Argamassa de assentamento	0,75	m <sup>3</sup>

Fonte: Autora (2019)

#### 4.2 Composição de custo unitário

As composições são representadas por tabelas contendo a descrição do insumo, a unidade, o coeficiente, o preço unitário e no final, o custo total obtido, sendo que em ambas as composições são consideradas desoneradas.

Para a composição de custo de bloco com dupla placa cimentícia preenchido com EPS, por ser um sistema construtivo novo, não foi encontrada nenhuma composição nos bancos de dados mais utilizados pelos engenheiros civis. Contudo, por ter conhecimento de produtividade, equipe e preço do bloco de dados fornecidos através do fabricante, foi possível elaborar uma composição (Quadro 10) usando dados do mesmo e do SINAPI (2019).

Quadro 10 - Composição de custo de alvenaria de vedação com blocos cimentícios preenchido com EPS

Descrição do serviço: Alvenaria de vedação em bloco de dupla cimentícia preenchida com EPS 13 x 90 x 90cm (espessura de 13 cm), assentado com argamassa traço 1:3 com preparo manual		m <sup>2</sup>			
CÓDIGO	INSUMO	UNID	ÍNDICE	CUSTO UNIT. (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
Própria	Bloco de dupla cimentícia preenchida com EPS (13 x 90 x 90cm)	UNID	1,194	72,00	86,00
88629/SINAPI	ARGAMASSA traço 1:3 (cimento e areia média) preparo manual AF_08/2014	m <sup>3</sup>	0,0042	377,59	1,60

(contínua)

(conclusão)

CÓDIGO	INSUMO	UNID	ÍNDICE	CUSTO UNIT. (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
88309/SINAPI	Pedreiro com encargos complementares	h	0,229	14,68	3,36
88316/SINAPI	Servente com encargos complementares	h	0,457	10,94	5,00
34557/SINAPI	Tela de aço soldada galvanizada/zincada para alvenaria, fio d = *1,20 a 1,70* mm, malha 15 x 15 mm, (c x l) *50 x 7,5* cm	m	0,785	1,4	1,10
37395/SINAPI	Pino de aço com furo, haste = 27 mm (ação direta)	cento	0,0094	26,57	0,25
				<b>TOTAL</b>	<b>97,30</b>

Fonte: Autora (2019)

A partir da análise dos materiais empregados no sistema, foi pesquisada a composição de custo para a alvenaria (Quadro 11) considerando tijolos cerâmicos nas dimensões 9x19x19 cm, assentado de meia vez.

Quadro 11 - Composição de custo de alvenaria de blocos cerâmicos

87520 - SINAPI: Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9x19x19 cm (espessura 9cm) de paredes com área líquida maior ou igual a 6m <sup>2</sup> com vãos e argamassa de assentamento com preparo manual. AF_06/2014					m <sup>2</sup>
CÓDIGO	INSUMO	UNID	ÍNDICE	CUSTO UNIT. (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
7266/SINAPI	Bloco cerâmico (alvenaria de vedação), de 9x19x19 cm	mil	0,028	400,00	11,32
88629/SINAPI	ARGAMASSA traço 1:3 (cimento e areia média) preparo manual AF_08/2014	m <sup>3</sup>	0,0098	377,59	3,70
88309/SINAPI	Pedreiro com encargos complementares	h	1,55	14,68	22,75
88316/SINAPI	Servente com encargos complementares	h	0,775	10,94	8,48
34557/SINAPI	Tela de aço soldada galvanizada/zincada para alvenaria, fio d = *1,20 a 1,70* mm, malha 15 x 15 mm, (c x l) *50 x 7,5* cm	m	0,42	1,4	0,59

(continua)

(conclusão)

CÓDIGO	INSUMO	UNID	ÍNDICE	CUSTO UNIT. (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
37395/SINAPI	Pino de aço com furo, haste = 27 mm (ação direta)	cento	0,005	26,57	0,13
<b>TOTAL</b>					<b>46,98</b>

Fonte: Autora (2019)

Para a composição de custo do Quadro 12, foi considerado o chapisco de paredes externas aplicado em alvenaria de tijolos cerâmicos com presença de vãos com argamassa no traço de 1:3, com preparo manual.

Quadro 12 - Composição de custo de chapisco para fachada aplicada em bloco cerâmico

87904 - SINAPI: Chapisco aplicado em alvenaria (com presença de vãos) e estruturas de concreto de fachada com colher de pedreiro. Argamassa traço 1:3 com preparo manual AF_06/2014					m <sup>2</sup>
CÓDIGO	INSUMO	UNID	ÍNDICE	CUSTO UNIT. (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
87377/SINAPI	Argamassa traço 1:3 (cimento e areia grossa) para chapisco convencional, preparo manual AF_06/2014	m <sup>3</sup>	0,0042	406,88	1,71
88309/SINAPI	Pedreiro com encargos complementares	h	0,183	14,68	2,69
88316/SINAPI	Servente com encargos complementares	h	0,091	10,94	1,00
<b>TOTAL</b>					<b>5,39</b>

Fonte: Autora (2019)

Em relação à composição de custo do Quadro 13, foi considerado o chapisco de paredes internas aplicado em alvenaria de tijolos cerâmicos com a utilização de colher de pedreiro com argamassa no traço de 1:3, com preparo manual.

Quadro 13 - Composição de custo de chapisco em parede interna aplicado no bloco cerâmico

87878 - SINAPI: Chapisco aplicado em alvenaria e estruturas de concreto internas com colher de pedreiro. Argamassa traço 1:3 com preparo manual AF_06/2014					m <sup>2</sup>
CÓDIGO	INSUMO	UNID	ÍNDICE	CUSTO UNIT. (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
87377/SINAPI	Argamassa traço 1:3 (cimento e areia grossa) para chapisco convencional, preparo manual AF_06/2014	m <sup>3</sup>	0,0042	406,88	1,71
88309/SINAPI	Pedreiro com encargos complementares	h	0,07	14,68	1,03
88316/SINAPI	Servente com encargos complementares	h	0,007	10,94	0,08
				<b>TOTAL</b>	<b>2,81</b>

Fonte: Autora (2019)

Para a composição de custo do Quadro 14, levou-se em consideração o emboço de paredes internas, aplicado manualmente em alvenaria de tijolos cerâmicos com argamassa no traço de 1:2:8, com preparo manual na espessura de 2 cm para posteriormente, receber a pintura.

Quadro 14 - Composição de custo de massa única aplicada em faces internas de paredes

87530 - SINAPI: Massa única, para recebimento de pintura, em argamassa traço 1:2:8, preparo manual, aplicada manualmente em faces internas de paredes, espessura de 20 mm, com execução de taliscas AF_06/2014					m <sup>2</sup>
CÓDIGO	INSUMO	UNID	ÍNDICE	CUSTO UNIT. (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
87369/SINAPI	Argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal e areia média) para emboço/massa única/assentamento de alvenaria de vedação, preparo manual	m <sup>3</sup>	0,0376	389,37	14,64

(contínua)

(conclusão)

CÓDIGO	INSUMO	UNID	ÍNDICE	CUSTO UNIT. (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
88309/SINAPI	Pedreiro com encargos complementares	h	0,47	14,68	6,90
88316/SINAPI	Servente com encargos complementares	h	0,171	10,94	1,87
				TOTAL	23,41

Fonte: Autora (2019)

Para a composição de custo do Quadro 15, foi levado em consideração o emboço de paredes externas, aplicado manualmente em alvenaria de tijolos cerâmicos com argamassa no traço de 1:2:8, com preparo manual na espessura de 2,5 cm.

Quadro 15 - Composição de custo de massa única aplicada em fachada

87777 - SINAPI: Emboço ou massa única, em argamassa traço 1:2:8, preparo manual, aplicada manualmente em panos de fachada com presença de vãos, espessura de 25 mm. AF_06/2014	m <sup>2</sup>
--	----------------

CÓDIGO	INSUMO	UNID	ÍNDICE	CUSTO UNIT. (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
87369/SINAPI	Argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal e areia média) para emboço/massa única/assentamento de alvenaria de vedação, preparo manual	m <sup>3</sup>	0,0314	389,37	12,23
37411/SINAPI	Tela de aço soldada galvanizada/zincada para alvenaria, fio D = *1,24 mm malha 25 x 25 mm	m <sup>2</sup>	0,1380	11,23	1,55
88309/SINAPI	Pedreiro com encargos complementares	h	0,78	14,68	11,45
88316/SINAPI	Servente com encargos complementares	h	0,78	10,94	8,53
				TOTAL	33,76

Fonte: Autora (2019)

### 4.3 Análise dos resultados

#### 4.3.1 Tempo de execução

##### 4.3.1.1 Alvenaria de blocos cerâmicos

O tempo de execução da alvenaria de blocos cerâmicos de 8 furos (9x19x19 cm) depende, principalmente, da quantidade de profissionais que estão envolvidos na execução, porém, também depende da qualidade da execução, da organização da empresa, das condições dos materiais utilizados e ferramentas.

Os índices utilizados no Quadro 16 foram retirados dos valores referentes ao serviço de alvenaria do SINAPI do ano de 2019 e foi considerada uma carga horária de trabalho de 8 horas diárias.

Quadro 16 - Tempo de execução de paredes de bloco cerâmico

TEMPO DE EXECUÇÃO (PARA UMA EQUIPE)				
Alvenaria de bloco cerâmico de 8 furos (9x19x19 cm)				
SERVIÇO	ÍNDICE (h/m <sup>2</sup> )	QUANTIDADE (m <sup>2</sup> )	TEMPO TOTAL (em h)	TEMPO (dias)
Alvenaria	0,775	162,1	125,63	15,70
Chapisco	0,091	324,2	29,50	3,69
Emboço	0,171	324,2	55,44	6,93

Fonte: Autora (2019)

Esses valores são para uma equipe de alvenaria, composta de 2 pedreiros e 1 servente, assim como nos serviços de chapisco e emboço. Se analisarmos os índices do pedreiro e do servente presente na composição no Quadro 11, percebemos que o servente produz 1,29 m<sup>2</sup>/h enquanto que o pedreiro produz 0,65 m<sup>2</sup>/h, pois é ele quem levanta a alvenaria de fato. Para evitar ociosidade na obra, é necessário colocar 2 pedreiros e 1 servente.

##### 4.3.1.2 Alvenaria de blocos preenchidos com EPS

O tempo de execução de alvenaria de blocos preenchidos com EPS depende da quantidade de profissionais que estão à frente da execução, bem como da qualidade da execução

e condições dos materiais. Além disso, o peso do bloco é algo que também pode influenciar no tempo, por ser relativamente pesado. O índice utilizado no Quadro 17 foi fornecido pelo fabricante do bloco.

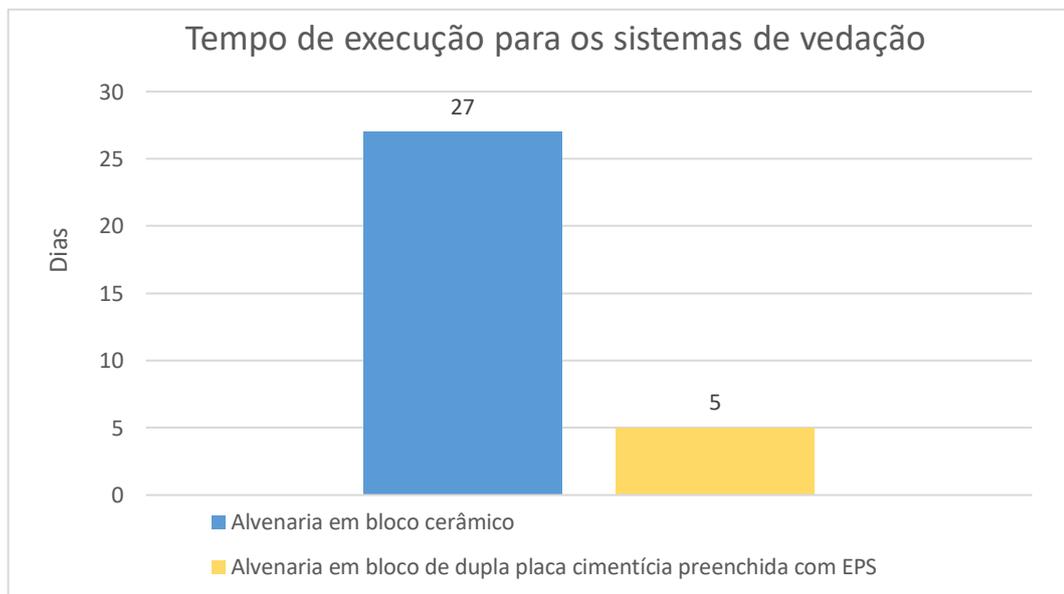
Quadro 17 - Tempo de execução de parede de bloco com bloco de placa cimentícia preenchida com EPS

TEMPO DE EXECUÇÃO (PARA UMA EQUIPE)				
Alvenaria de bloco preenchido com EPS (13x90x90 cm)				
SERVIÇO	ÍNDICE (h/m <sup>2</sup> )	QUANTIDADE (m <sup>2</sup> )	TEMPO TOTAL (em h)	TEMPO (dias)
Alvenaria	0,229	162,1	37,12	4,64

Fonte: Autora (2019)

Esses valores são para uma equipe de alvenaria, composta de 1 pedreiro e 2 serventes. Ao analisarmos os índices do pedreiro e do servente presente na composição do Quadro 10, percebemos que o servente produz 2,19 m<sup>2</sup>/h enquanto que o pedreiro produz 4,37 m<sup>2</sup>/h, sendo necessário então dois serventes para a locomoção e colocação do bloco.

Gráfico 1 - Comparativo entre o tempo de execução entre os sistemas de vedação



Fonte: Autora (2019)

Analisando Gráfico 1, é possível visualizar uma nítida vantagem do sistema de blocos de dupla placa cimentícia preenchida com EPS no que diz respeito a duração dos serviços em dias corridos em relação à alvenaria convencional. O bloco se mostra até 22 dias

mais rápido do que a alvenaria convencional, isso representa um prazo de aproximadamente 82% menor em relação ao outro sistema construtivo.

#### 4.3.2 Peso dos elementos de vedação na estrutura

O Quadro 18 demonstra o peso próprio das paredes em tijolo cerâmico, considerando o peso do tijolo, das juntas verticais e horizontais, de chapisco e emboço, assim como o peso próprio dos blocos de dupla cimentícia preenchida com EPS, considerando o peso do bloco e das juntas verticais e horizontais. Os dados foram obtidos através da ABNT NBR 6120 (2014) e de fabricantes de ambos os blocos.

Segundo o catálogo do fabricante de blocos cerâmicos Aldebara Cerâmicas (2019), um bloco cerâmico furado nas dimensões 9x19x19 cm possui peso aproximado de 2,2 kg, sendo necessárias 25 peças para fazer 1 metro quadrado de alvenaria, totalizando 55 kg/m<sup>2</sup>.

De acordo com a ABNT NBR 6120 (1980), a densidade da argamassa de cimento e areia é de 2100 kg/m<sup>3</sup>, logo, o peso da argamassa de assentamento para espessuras de 1,0 cm é de 18 kg/m<sup>2</sup>. Considerando chapisco e emboço na espessura de 2,5 cm para os dois lados da alvenaria, soma-se 105 kg/m<sup>2</sup> ao peso da alvenaria, totalizando uma carga de 178 kg/m<sup>2</sup>.

Segundo o fabricante de blocos com dupla placa cimentícia preenchida com EPS, o Blocom (2019), um bloco nas dimensões 13x90x90 cm possui peso aproximado de 45 kg, sendo necessário 1,2 peças para fazer 1 metro quadrado de alvenaria, totalizando aproximadamente 54 kg/m<sup>2</sup>. Utilizando os dados da norma para a densidade da argamassa de cimento e areia para o assentamento de bloco, na espessura de 1,5 cm, temos 8,8 kg/m<sup>2</sup>, totalizando uma carga de 62,8 kg/m<sup>2</sup> na estrutura.

Quadro 18 - Comparativo entre as cargas de parede na estrutura

CARGAS NA ESTRUTURA			
ALVENARIA	QUANTIDADE (m <sup>2</sup> )	PESO (kg/m <sup>2</sup> )	PESO TOTAL (t)
Bloco cerâmico	162,1	178	28,85
Bloco cimen. c/ EPS	162,1	62,8	10,18

Fonte: Autora (2019)

De acordo com o Quadro 18, percebe-se que quando se faz a comparação do peso das cargas nas estruturas dos sistemas de vedação de bloco cimentício preenchido com EPS e o bloco cerâmico, a diferença de carga na estrutura favorece em aproximadamente 18,67 toneladas, o que significa uma redução de 64,70% do peso de parede na estrutura de fundação.

#### 4.3.3 Transporte das vedações

Neste tópico serão abordados dois tipos de transporte dos blocos cerâmicos e dos blocos de dupla cimentícia preenchida com EPS: o transporte dos blocos na própria obra e o transporte dos blocos até a obra. O quadro 19 demonstra o peso próprio de ambos os blocos.

Quadro 19 - Peso próprio dos blocos

BLOCO	DIMENSÕES (cm)	PESO (kg)
Cerâmico	9x19x19	2,2
Cimentício c/ EPS	13x90x90	45

Fonte: Autora (2019)

Em se tratando do transporte dos blocos na obra, a alvenaria de bloco cerâmico é o sistema mais vantajoso nesse quesito, pois é leve e de pequena dimensão. No que se refere à alvenaria de bloco de placa cimentícia preenchida com EPS, o transporte e assentamento dos blocos é mais lento, pois são mais pesados e maiores.

Já se tratando do transporte dos blocos até a obra, a alvenaria de bloco cerâmico é, também, o sistema mais vantajoso, por ser um produto com facilidade de se encontrar em qualquer Estado do Brasil. Já a alvenaria de bloco de placa cimentícia preenchida com EPS é encontrada apenas nos Estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, Bahia, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, o que dificulta o transporte até a obra em alguns Estados.

#### 4.3.4 Características técnicas dos sistemas

Segundo Poubel, Guardia e Qualharini (2001), em todo e qualquer projeto de edificação, a tecnologia envolvida deve surgir junto com os estudos de viabilidade físico-financeiras. É fundamental que cada fase do projeto seja pensada, em especial, na forma efetiva de aplicar os recursos tecnológicos, tanto das características das alternativas, quanto

propriamente no que se refere aos custos, evitando que decisões sejam tomadas sem informações mais aprofundadas.

Fazendo uma análise das características dos blocos estudados, foi possível fazer um quadro comparativo, como pode ser observado abaixo:

Quadro 20 - Comparativo entre as características dos blocos

Bloco de dupla placa cimentícia preenchida com EPS	Bloco cerâmico
Dificuldade de manuseio	Facilidade de manuseio
Não utilização de revestimentos	Utilização de revestimentos
Dimensões regulares (maior precisão)	Dimensões irregulares (menor precisão)
Boa resistência à impactos de corpo duro	Boa resistência à impactos de corpo duro
Solicitação às cargas suspensas (inferior)	Solicitação às cargas suspensas (superior)
Boa estanqueidade à água	Boa estanqueidade à água
Maior produtividade	Menor produtividade
Menos peças para transporte	Mais peças para transporte
Menor peso na estrutura	Maior peso na estrutura

Fonte: Autora (2019)

Através dos resultados obtidos do comparativo feito acima, o bloco de dupla placa cimentícia preenchida com EPS apresentou algumas desvantagens em relação ao manuseio do bloco e da solicitação às cargas suspensas, já que não atingiu o mínimo recomendado por norma.

Apesar da alvenaria de bloco cerâmico ter uma menor produtividade e causar um maior peso na estrutura, apresenta vantagens e atende aos requisitos de desempenho da ABNT NBR 15575 (2013).

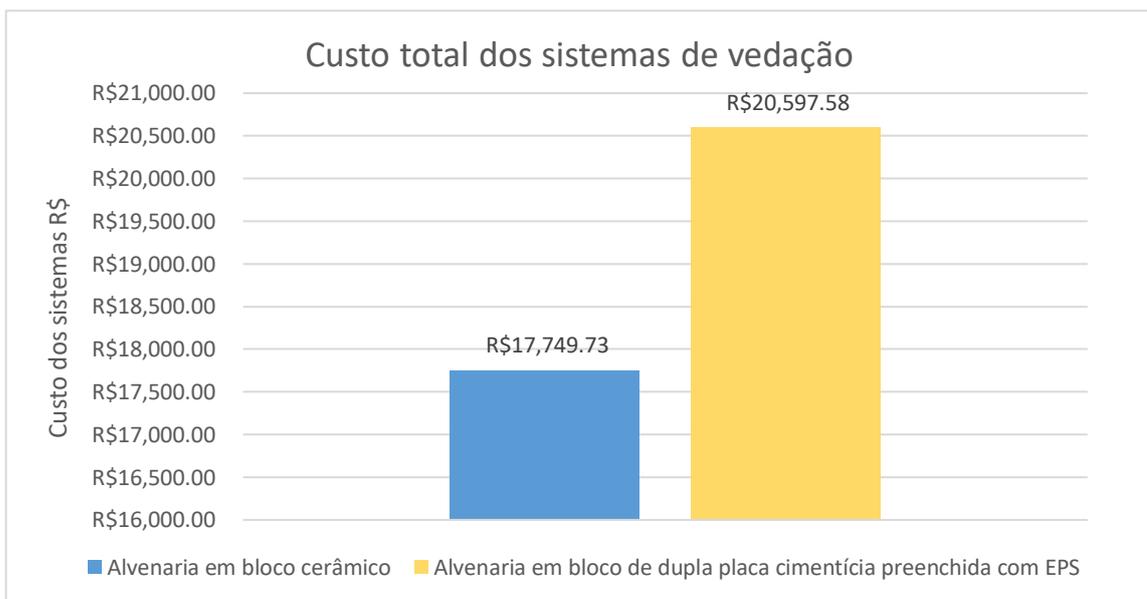
Além disso, os blocos cerâmicos são amplamente difundidos no país, possuindo diversos estudos sobre o mesmo e uma norma de componentes cerâmicos, a ABNT NBR 15270

(2005). Contudo, o planejamento e a execução de um projeto dependem muito do que se pretende construir e sua funcionalidade, bem como características que variam de obra para obra.

#### 4.3.5 Custo total

Após levantamento de dados das tabelas de composição de custos fornecidos pelo SINAPI do ano de 2019 e preços fornecidos pelo fabricante, foi realizado o orçamento. Para os custos dos insumos, não foi utilizado nenhuma porcentagem de BDI nos serviços apresentados, desta forma, os valores utilizados são puramente os obtidos das pesquisas nas fontes descritas acima. Nos apêndices será apresentado o orçamento, discriminando os serviços de acordo com o definido nos projetos.

Gráfico 2 - Comparativo de custo total entre os sistemas de vedação



Fonte: Autora (2019)

De acordo com os preços totais de ambos os sistemas, percebe-se que a alvenaria de blocos de dupla placa cimentícia preenchida com EPS possui o preço maior que a alvenaria de bloco cerâmico.

Contudo, a etapa de alvenaria do bloco de dupla placa cimentícia preenchida com EPS tem o custo de R\$ 16.236,78 (apresentando valor reduzido se comparado ao bloco cerâmico), pois devido a qualidade do acabamento, dispensa a execução de serviços onerosos como as etapas de revestimento.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação custo-benefício comparativa entre diferentes opções para a construção civil é, normalmente, marcada por inúmeras dificuldades, principalmente em função da não padronização dos produtos. Além disso, uma mesma edificação pode ser construída em condições bastante diferentes de prazo, qualificação da mão de obra, condições atmosféricas, etc., fazendo com que várias respostas possam ser dadas a uma mesma avaliação.

Segundo Souza (2015), outro aspecto que se pode levar em consideração ao avaliar soluções inovadoras é quanto à adequação das tecnologias de produção do edifício no que diz respeito à realidade brasileira. Neste aspecto, estão envolvidos para o processo de avaliação as variáveis técnicas, questões econômicas e sociais de ordem geral, além das variáveis regionais como cultura local, disponibilidade de materiais e mão de obra, equilíbrio ecológico, etc.

Como instrumento significativo na abordagem desse aspecto, tem-se o conceito de tecnologia apropriada e sustentável, entendida como aquela que produz o tipo de produto necessário e adequado aos mercados regionais, que se utiliza de maneira ótima do capital, da mão de obra e dos recursos locais disponíveis, gerando inclusão social via emprego e renda e que se preocupa com questões como consumo de energia na produção, geração de resíduos e o tempo de degradação natural de um produto (SOUZA, 2015).

Segundo Sabbatini (2003, *apud* OLIVEIRA, 2013), para a escolha do sistema de vedação vertical é importante levar alguns parâmetros em consideração como: a adequação dos requisitos funcionais às exigências do usuário (requisitos relativos ao desempenho do produto), e a consideração dos aspectos construtivos como facilidade de montagem, produtividade, rapidez de execução, necessidade de mecanização de equipamentos e aspectos ligados ao uso e manutenção.

Quadro 21 - Viabilidade dos sistemas construtivos

<b>VIABILIDADE DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS</b>		
<b>Características</b>	<b>Sistema Construtivo mais viável</b>	<b>Sistema Construtivo menos viável</b>
Custo/m <sup>2</sup>	Bloco com dupla placa cimentícia preenchida com EPS	Bloco cerâmico revestido com argamassa
Menor peso por m <sup>2</sup>	Bloco com dupla placa cimentícia preenchida com EPS	Bloco cerâmico revestido com argamassa

(contínua)

(conclusão)

<b>Características</b>	<b>Sistema Construtivo mais viável</b>	<b>Sistema Construtivo menos viável</b>
Facilidade de manuseio	Bloco cerâmico revestido com argamassa	Bloco com dupla placa cimentícia preenchida com EPS
Resistência à impacto	Ambos os blocos	-
Resistência à umidade	Ambos os blocos	-
Resistência ao fogo	Bloco cerâmico revestido com argamassa	Bloco com dupla placa cimentícia preenchida com EPS
Desempenho térmico	Bloco cerâmico revestido com argamassa	Bloco com dupla placa cimentícia preenchida com EPS
Desempenho acústico	Bloco cerâmico revestido com argamassa	Bloco com dupla placa cimentícia preenchida com EPS
Regularidade dimensional	Bloco com dupla placa cimentícia preenchida com EPS	Bloco cerâmico revestido com argamassa
Facilidade para instalações elétricas e hidrossanitárias	-	Ambos os blocos
Ganho de área útil	Bloco com dupla placa cimentícia preenchida com EPS	Bloco cerâmico revestido com argamassa
Manutenção	-	Ambos os blocos
Espaço utilizado no canteiro	Bloco com dupla placa cimentícia preenchida com EPS	Bloco cerâmico revestido com argamassa
Consumo de revestimentos	Bloco com dupla placa cimentícia preenchida com EPS	Bloco cerâmico revestido com argamassa

Fonte: Autora (2019)

De acordo com as análises obtidas, é possível afirmar que efetivamente não existe um tipo de vedação que seja mais eficaz que outro, pois há uma série de fatores que determinam esta definição. Depende de região para região, da qualificação da mão de obra empregada, da tipologia da edificação, da necessidade do cliente, do mercado financeiro, entre outros.

Quanto ao planejamento da compra dos materiais, deve-se considerar alguns aspectos como, por exemplo, a localização da fábrica ou indústria, pois esta informação poderá

aumentar ou diminuir o custo de transporte, bem como as possibilidades de logística disponíveis (rodovias, ferrovias, etc.).

O sistema mais vantajoso em relação a custo é a alvenaria de vedação com bloco cerâmico furado revestido com argamassa preparada em obra, porém é um material mais frágil, sujeito a quebras e grande geração de resíduos, havendo maior desperdício, quando comparado com os blocos de dupla cimentícia preenchida com EPS, e também maior consumo de argamassa, já que se trata de um material com irregularidades dimensionais.

A sociedade brasileira tem ainda certa barreira cultural quanto a aplicação de sistemas diferentes do tradicional (alvenaria de blocos cerâmicos) e ainda, de conhecimento de outros sistemas de vedação existentes no mercado. Por esses motivos e ainda, pelo fato de ser novo no mercado, o bloco de dupla placa cimentícia preenchida com EPS ainda não é amplamente empregado no Brasil, porém está aos poucos conquistando o mercado.

Em relação ao cronograma e velocidade de execução, o sistema de blocos preenchidos com EPS se mostra mais vantajoso. Quando utilizado de maneira correta e racional, traz benefícios significativos que viabilizam sua aplicação, pois é um sistema rápido, o que reduz o tempo de ciclo na execução de paredes e com isso, há um ganho de tempo no cronograma.

As paredes são menos espessas e leves, o que proporciona uma otimização da estrutura e alívio nas fundações, reduzindo indiretamente os custos globais da obra. Por se tratar de um sistema planejado e flexível, gera menos resíduos, há mais controle e limpeza e a flexibilidade atende a diferentes necessidades do usuário.

Em síntese, as maiores vantagens da alvenaria de blocos cimentícios frente à alvenaria de blocos cerâmicos são: menor peso próprio nos elementos estruturais, prazo de execução menor e baixa geração de resíduos durante a obra. Suas desvantagens frente a alvenaria convencional são: maior custo devido ao frete, pouca aceitação do sistema construtivo e pouca disponibilidade dos blocos do sistema em todo território nacional.

Já as maiores vantagens da alvenaria de blocos cerâmicos comparado à alvenaria de blocos cimentícios preenchidos com EPS são: baixo custo, método amplamente aceito no mercado da construção civil e facilidade de acesso aos insumos do sistema. Como desvantagens temos: maior prazo de execução, grande geração de resíduos durante a obra e consequente desperdício de material e peso próprio elevado.

## 6 CONCLUSÃO

O setor da construção civil passa, nos últimos anos, por uma necessidade em investimentos significativos em novas tecnologias que propiciem maior racionalização no canteiro de obras, o que inclui todo o processo construtivo. Essa racionalização é necessária devido a questões atuais relativas à matéria prima, economia, meio ambiente, entre outras.

Nesse sentido, um método racional certamente está atrelado à industrialização das etapas executivas, considerando-se desde o uso de materiais e produtos prontos que mitigam a necessidade de confecção no canteiro, até técnicas de execução que otimizem tempo, custo e qualidade.

Em se tratando do escopo desse trabalho, embora a alvenaria de tijolos cerâmicos assentada e revestida com argamassa ainda seja uma técnica comumente utilizada pelas construtoras, certamente se tornou sinônimo de desperdício e baixa qualidade, e que muito se diverge do entendimento de racionalização. Por outro lado, o novo produto para execução de paredes, os blocos de duplas placas cimentícias preenchidas com EPS tem se mostrado uma alternativa viável e racional, tendo em vista os números mostrados no estudo comparativo, atrelado a características vantajosas.

É comum o choque cultural em relação a novas tecnologias que dispensam o uso de paredes de tijolos cerâmicos, mas é esperado que o reconhecimento do desempenho trazido por esse tipo de construção supere o preconceito existente, visto que novos métodos muitas vezes podem proporcionar produtos de excelente qualidade final, muitas vezes superior a outras opções de mercado.

Considerando somente o fato de possuir um bloco que chega ao canteiro pronto, necessitando apenas do assentamento, elimina etapas que demandam tempo e mão de obra, como chapisco, o emboço e o reboco. Essa vantagem traz praticidade e rapidez na montagem, refletindo em um tempo executivo menor e, em longo prazo, em um custo benefício maior. O sistema de blocos de placas cimentícias possibilita uma superfície final própria para vários revestimentos. Além disso, seu assentamento implica em um acabamento mais fino, significando menor necessidade de material para ajustamentos e retrabalhos.

Este estudo além de apresentar uma análise de custo, produtividade e características técnicas, serve também como ampliação das alternativas de vedações verticais.

Analisando as condições estudadas, concluiu-se que os resultados confirmam a eficácia do sistema construtivo em alvenaria de blocos de dupla placa cimentícia preenchida

com EPS, fazendo com que o desperdício de materiais, a racionalização e a velocidade na execução sejam fatores positivos para o empreendimento realizado.

Por fim, é sugerido para trabalhos futuros um estudo de custo para uso de placas cimentícias em outros tipos de estabelecimentos ou estudos que comparem esse sistema a outras tecnologias, incluindo as novas no mercado. Também é possível sugerir realizar um trabalho voltado para o desempenho do bloco em relação a resistência à compressão, e ainda, o desempenho acústico e térmico do bloco.

## REFERÊNCIAS

- AFONSO, A. A.; FLEURY, N. Para Conhecimento – História da Engenharia. **alexronaldblog**, 2007. Disponível em: <<https://alexronald.wordpress.com/2007/06/30/para-conhecimento-historia-da-engenharia/>>. Acesso em: 2 Maio 2019.
- AKUTSU, M. **Avaliação de desempenho térmico de edificações: a necessidade de revisão normativa**. São Paulo: PINI, 1988.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 1980.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14432 - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270 - Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575 - Edificações habitacionais - Desempenho Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- AZEREDO, N. G. D. **Avaliação das propriedades físicas e mecânicas em blocos cerâmicos estruturais através do método de ultrassom na região de Campos dos Goytacazes - RJ**. Campos Dos Goytacazes: [s.n.], 2015.
- BARROS, M. M. B.; FRANCO, L. S. **Notas de aula da disciplina de Tecnologia de produção de vedações verticais - PCC2435**. São Paulo: [s.n.], 2002.
- BERNARDI, V. B. **Análise do método construtivo de vedação vertical interna em Drywall em comparação com a alvenaria**. Lages (SC): [s.n.], 2014.
- BLOCOM. <https://www.blocomconstrucoes.com/obra>. **Blocom**, 2019. Disponível em: <<https://www.blocomconstrucoes.com/>>. Acesso em: 3 Abril 2019.
- CAMPOS, P. F. D.; LARA, A. H. **Sistemas construtivos alternativos para habitações populares**. Disponível em: <[https://www.usp.br/nutau/nutau\\_2012/1dia/Artigo\\_Patricia%20Campos.pdf](https://www.usp.br/nutau/nutau_2012/1dia/Artigo_Patricia%20Campos.pdf)>. Acesso em: 16 Abril 2019.
- CORRÊA, L. R. **Sustentabilidade na Construção Civil**. Belo Horizonte: [s.n.], 2009.
- DUEÑAS PEÑAS, M. **Método para a elaboração de projetos para a produção de vedações verticais em alvenaria**. São Paulo: [s.n.], 2003.
- FIGUEIRÓ, W. O. **Racionalização do Processo Construtivo de Edifícios em Alvenaria Estrutural**. Belo Horizonte: [s.n.], 2009.

FRANCO, L. S. O projeto das vedações verticais: características e a importância para a racionalização do processo de produção. Disponível em: <[http://www.gerenciamento.ufba.br/Disciplinas/Inova%C3%A7%C3%A3o\\_Tecnologica/O%20PROJETO%20DAS%20VEDACOES%20VERTICAIS.pdf](http://www.gerenciamento.ufba.br/Disciplinas/Inova%C3%A7%C3%A3o_Tecnologica/O%20PROJETO%20DAS%20VEDACOES%20VERTICAIS.pdf)>. Acesso em: 15 Abril 2019.

FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. D. **Steel Framing: Arquitetura**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia/CBCA, 2006.

HOLANDA, J. N. F. **Notas de Aula: Princípios de Processamento de Cerâmica Vermelha/Estrutural** - Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF/ Laboratório de Materiais Avançados. Campos dos Goytacazes: [s.n.], 1999.

LEMOS, C. A. C. **Alvenaria Burguesa**. São Paulo: Nobel, 1985.

MARQUES, D. V. P. **Racionalização do processo construtivo de vedação vertical em alvenaria**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2013.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamento de obras: dicas para orçamentistas - estudos de caso - exemplos**. 1ª. ed. São Paulo: Pini, 2006.

MIRANDA, D.; ZAMBONI, L. R. **Estudo comparativo entre o sistema construtivo Light Steel Frame e o sistema de alvenaria convencional em casas populares**. Curitiba: [s.n.], 2016.

MOTTA, A. D. M. et al. **Universidade e ciência**. Palhoça: [s.n.], 2013.

OLIVEIRA, D. R. B. **Estudo comparativo de alternativas para vedações internas de edificações**. Curitiba: [s.n.], 2013.

POUBEL, M. D. F. G.; GUARDIA, L. E. T.; QUALHARINI, E. L. **XI SEMINÁRIO DE SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS INTEGRADAS - Paredes de gesso acartonado e sistemas complementares. Anais**. Porto Alegre: [s.n.], 2001.

REBELLO, Y. C. P. **Fundações: guia prático de projeto, execução e dimensionamento**. 4ª. ed. São Paulo: Ziguarte Editora, 2008.

REIS, J. F. **Métodos construtivos alternativos para a otimização da construção de habitações populares**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2018.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos - Formulação e aplicação de uma metodologia**. São Paulo: [s.n.], 1989.

SABBATINI, F. H.; OLIVEIRA, L. A. D. **Tecnologia de painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto para emprego em fachadas de edifícios**. São Paulo: Boletim técnico da Escola Politécnica da USP, 2003.

SANTOS, R. F. C. D. **Sistema monolítico e alvenaria de blocos cerâmicos estudo comparativo como elementos de vedações internas para edificações**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2014.

SILVA, É. D. O. E. **“Arquitetura popular de terra crua: suportes e argamassas de revestimento para edificações em comunidades quilombolas”**. Belo Horizonte: [s.n.], 2015.

SILVA, P. E. V.; MOREIRA, R. R. **Projeto de alvenaria de vedação – diretrizes para a elaboração, históricos, dificuldades e vantagens da implementação e relação com a NBR 15575**. Goiânia: [s.n.], 2017.

SOUZA, R. D. **O conceito de desempenho aplicado às edificações**. São Paulo: Tula Melo, 2015.

SZLAK, B. et al. **Manual de revestimentos de argamassa**. [S.l.]: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2002.

TANIGUTI, E. K. **Método construtivo de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado**. São Paulo: [s.n.], 1999.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. **Alvenaria Estrutural**. São Paulo: PINI, 2010.

THOMAZ, E. et al. **Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos - Código de práticas N°01**. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2009.

VASQUES, C. C. P. C. F.; PIZZO, L. M. B. F. Comparativo de sistemas construtivos, convencional e Wood Frame em residências unifamiliares. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/400634263/Comparativo-de-Sistemas-Construtivos-Convencional-e-Wood-Frame-Em-Residencias-Unifamiliares>>. Acesso em: 22 Abril 2019.

YAZIGI, W. **A técnica de Edificar**. 4ª. ed. São Paulo: Pini, 2002.

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE A – ORÇAMENTO ANALÍTICO DE ALVENARIA COM TIJOLOS  
CERÂMICOS**

<b>PLANILHA:</b>	<b>PLANILHA ORÇAMENTÁRIA</b>		
<b>OBJETO:</b>	<b>CONSTRUÇÃO RESIDENCIAL - ALVENARIA CONVENCIONAL</b>		
<b>FONTES:</b>	<b>SINAPI - JAN/2019 / TABELA ANTT / PRÓPRIA</b>	<b>Total</b>	<b>R\$ 17.749,73</b>

Planilha Orçamentária						
Item	Banco	Descrição	UND	Quant.	Valor Unit	Total
<b>1</b>		<b>PAREDES E PAINÉIS</b>				<b>R\$ 8.079,16</b>
1.1	SINAPI - 87520	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m²	162,10	R\$ 46,98	R\$ 7.615,46
1.2	SINAPI - 93184	VERGA PRÉ-MOLDADA PARA PORTAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	m	5,90	R\$ 15,51	R\$ 91,51
1.3	SINAPI - 93182	VERGA PRÉ-MOLDADA PARA JANELAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	m	18,20	R\$ 20,45	R\$ 372,19
<b>2</b>		<b>REVESTIMENTO</b>				<b>R\$ 9.670,57</b>
2.1		<b>PAREDES INTERNAS</b>				
2.1.1	SINAPI - 87878	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m²	218,40	R\$ 2,81	R\$ 613,70

2.1.2	SINAPI - 87530	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	m <sup>2</sup>	218,40	R\$ 23,41	R\$ 5.112,74
<b>PAREDES EXTERNAS</b>						
2.2.1	SINAPI - 87777	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS DE FACHADA COM PRESENÇA DE VÃOS, ESPESSURA DE 25 MM. AF_06/2014	m <sup>2</sup>	100,744	R\$ 33,76	R\$ 3.401,12
2.2.2	SINAPI - 87904	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m <sup>2</sup>	100,744	R\$ 5,39	R\$ 543,01

**APÊNDICE B – ORÇAMENTO ANALÍTICO DE ALVENARIA COM BLOCOS  
CONSTITUÍDOS DE DUPLA PLACA CIMENTÍCIA PREENCHIDA COM EPS**

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA		
<b>OBJETO:</b>	CONSTRUÇÃO RESIDENCIAL - ALVENARIA COM BLOCO DE DUPLA PLACA CIMENTÍCIA PREENCHIDO COM EPS	
<b>FONTES:</b>	SINAPI - JAN/2019 / ORSE/SE - MAI/2019 / PRÓPRIA	<b>Total</b>
		<b>R\$ 20.597,58</b>

Planilha Orçamentária						
Item	Banco	Descrição	UND	Quant.	Valor Unit	Total
<b>1</b>	<b>PAREDES E PAINÉIS</b>					<b>R\$ 16.236,78</b>
1.1	SINAPI - 87520	ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCO DE DUPLA PLACA CIMENTÍCIA PREENCHIDA COM EPS 13 X 90 X 90CM (ESPESURA DE 13 CM), ASSENTADO COM ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL	m <sup>2</sup>	162,10	R\$ 97,30	R\$ 15.773,08
1.2	SINAPI - 93184	VERGA PRÉ-MOLDADA PARA PORTAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	m	5,90	R\$ 15,51	R\$ 91,51
1.3	SINAPI - 93182	VERGA PRÉ-MOLDADA PARA JANELAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	m	18,20	R\$ 20,45	R\$ 372,19
<b>2</b>	<b>FRETE</b>					<b>R\$ 4.360,80</b>
2.1	TABELA ANT	FRETE DOS BLOCOS DE DUPLA PLACA CIMENTÍCIA PREENCHIDA COM EPS CAMINHÃO 3 EIXOS TIPO TRUCK - C.A.P. 50 M3 E 12.000 KG	km	1.580,00	R\$ 2,76	R\$ 4.360,80

**ANEXOS**

**ANEXO A – RELATÓRIO DE ENSAIOS DO LABORATÓRIO LACTEC**



**Relatório**  
REL DVPE 5441/2016-

<b>Título:</b>	<b>RELATÓRIO DE ENSAIOS</b>
<b>Objetivo:</b>	Ensaio de desempenho estrutural, durabilidade e estanqueidade à água em paredes compostas por blocos de placas cimentícias preenchidas com EPS.
<b>Orçamento:</b>	ORÇ DVPE 292/2015
<b>Pedido:</b>	- / -
<b>Solicitante:</b>	<b>ACM ARAUGIO ME</b> I.E.: 002264386.00-20 <b>Endereço:</b> Rua Corrêgo dos Braguinhas, SN CEP: 36.500-000 CNPJ: 19.279.023/0001-05 <b>Bairro:</b> Zona Rural <b>Cidade:</b> Ubá - MG <b>A/C:</b> Wellington Luiz Fernandes <b>Tel.:</b> (32)3529-3574 <b>E-mail:</b> wellingtonfartes@oi.com.br
<b>Amostra:</b>	Paredes compostas por blocos de placas cimentícias preenchidas com EPS
<b>Executante:</b>	Institutos Lactec Rodovia BR-116, km 98, nº 8813   Jardim das Américas Caixa Postal 19067   CEP 81531-980   Curitiba – Paraná – Brasil Jeferson Luiz Bronholo - <a href="mailto:jeferson.luz@lactec.org.br">jeferson.luz@lactec.org.br</a> Departamento de Estruturas Cívicas T + 55 (41) 3361-6320   F + 3361-6141

<p><b>Equipe técnica:</b></p> <p>Bruno Endo Ribeiro DVPE/Departamento de Estruturas Cívicas</p> <p>Evandro De Mesquita Silva DVPE/Departamento de Estruturas Cívicas</p> <p>Mário Sergio Mandu Kleina DVPE/Departamento de Estruturas Cívicas</p> <p>William Frizanco DVPE/Departamento de Estruturas Cívicas</p>	<p><b>Revisão:</b></p>  <p>Jeferson Luiz Bronholo DVPE/Departamento de Estruturas Cívicas</p> <hr/> <p><b>Aprovação:</b></p>  <p>Betina Lepretti Medeiros Gerente de divisão DVPE/Departamento de Estruturas Cívicas</p>
---	---

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.  
ESTE DOCUMENTO CANCELA E SUBSTITUI O RELATÓRIO REL DVPE 5441/2016-RI



**Relatório**  
REL DVPE 5441/2016-

**SUMÁRIO**

1. AMOSTRAS .....	3
2. PROCEDIMENTOS DE ENSAIO .....	3
3. DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS .....	3
4. AVALIAÇÃO E RESULTADOS.....	4
4.1 VERIFICAÇÃO DA ESTANQUEIDADE À ÁGUA EM VEDAÇÃO VERTICAL EXTERNA.....	4
4.2 VERIFICAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO SVVE EXPOSTO À AÇÃO DE CALOR E CHOQUE TÉRMICO .....	6
4.3 DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO IMPACTO DE CORPO DURO .....	8
4.4 DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO IMPACTO DE CORPO MOLE.....	9
4.5 AÇÕES TRANSMITIDAS POR PORTAS – FECHAMENTO BRUSCO.....	11
4.6 AÇÕES TRANSMITIDAS POR PORTAS – RESISTÊNCIA A IMPACTOS DE CORPO MOLE. ....	11
4.7 SOLICITAÇÃO DE CARGAS PROVENIENTES DE PEÇAS SUSPENSAS – MÃO-FRANCESA PADRÃO .....	12
4.7.1 FIXAÇÃO DA MÃO FRANCESA ATRAVÉS DE BUCHAS CHUMBADAS.....	12
4.7.2 FIXAÇÃO DA MÃO FRANCESA ATRAVÉS DE BUCHAS TIPO TOGGLER BOLT .....	14
5. CONSIDERAÇÕES .....	15

**As considerações e resultados contidos neste relatório têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

## 1. AMOSTRAS

As amostras foram executadas nas dependências dos INSTITUTOS LACTEC/DPEC pelo solicitante e registradas conforme segue no Quadro 1.

**Quadro 1 – Identificação das amostras**

Registro INSTITUTOS LACTEC	Descrição dos materiais
1.0193.16	Paredes com dimensões de 2650x2500 mm, constituídas por blocos com dimensões de 1000x1000 mm, compostos por placas cimentícias e núcleo em EPS.

## 2. PROCEDIMENTOS DE ENSAIO

✓ ABNT NBR 15575-4:2013 – Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE;

## 3. DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS

Os blocos utilizados na construção das paredes possuem dimensões de 1000x1000 mm e são constituídos por duas placas cimentícias com 15 mm de espessura cada uma, e núcleo preenchido por EPS, totalizando 130 mm de espessura. Entre as chapas e o recheio, os blocos possuem telas soldadas de aço CA 60  $\phi$  3,4 mm 20x20 cm.

Os blocos foram assentados em uma base de concreto, simulando uma fundação tipo *radier*, utilizando argamassa industrializada com adição de cimento na proporção de 1 kg para cada 8 kg de argamassa pronta. Utilizou-se a mesma argamassa para realizar o encunhamento da parte superior com a estrutura do pórtico. As paredes foram contidas lateralmente através de perfis de aço do tipo “U”, encaixados no painel.

Em uma das amostras foi instalada uma porta com dimensões de 2,10x0,60 m, de acordo com os procedimentos do cliente.

As figuras 1 e 2 a seguir ilustram detalhes do bloco e das amostras finalizadas.

**Relatório**  
REL DVPE 5441/2016-R2

Página 4 de 16 Emissão: 29/01/2018



**Figura 1** – Detalhe dos blocos utilizados.



**Figura 2** – Parede finalizada.

#### **4. AVALIAÇÃO E RESULTADOS**

##### **4.1 Verificação da estanqueidade à água em vedação vertical externa**

O ensaio consiste em submeter à face externa de um corpo de prova do sistema de vedação vertical externo – SVVE a uma vazão de água calibrada de  $(3,0 \pm 0,3) \text{ dm}^3/\text{min}/\text{m}^2$ , conforme norma, criando uma cortina de água homogênea e contínua, com a aplicação simultânea de uma pressão pneumática sobre essa face do corpo de prova durante 7 horas contínuas.

Os resultados dos ensaios de estanqueidade à água antes e após o envelhecimento (choque térmico) estão apresentados a seguir nos quadros 2 e 3, respectivamente.

*Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.  
ESTE DOCUMENTO CANCELA E SUBSTITUI O RELATÓRIO REL DVPE 5441/2016-R1*



**Relatório**  
REL DVPE 5441/2016-

**Quadro 2 – Estanqueidade à água na amostra 1.0193.16 antes do envelhecimento.**

Horas	Ocorrências		
1	Sem ocorrência		
2	Sem ocorrência		
3	Sem ocorrência		
4	Sem ocorrência		
5	Sem ocorrência		
6	Mancha de umidade na face oposta à incidência de água		
7	Permanência da mancha		
Requisitos da ABNT NBR 15575-4/2013			
Edificação	Tempo de ensaio h	Percentual máximo da soma das áreas das manchas de umidade	Nível de desempenho
Térrea	7	10	M
		Sem manchas	I; S
Com mas de um pavimento	7	5	M
		Sem manchas	I; S

**Quadro 3 – Estanqueidade à água na amostra 1.0193.16 após envelhecimento.**

Horas	Ocorrências		
1	Sem ocorrência		
2	Sem ocorrência		
3	Mancha de umidade na face oposta à incidência de água		
4	Aumento da mancha		
5	Aumento da mancha		
6	Aumento da mancha		
7	Aumento da mancha		
Requisitos da ABNT NBR 15575-4/2013			
Edificação	Tempo de ensaio h	Percentual máximo da soma das áreas das manchas de umidade	Nível de desempenho
Térrea	7	10	M
		Sem manchas	I; S
Com mas de um pavimento	7	5	M
		Sem manchas	I; S

Verificou-se, antes do envelhecimento, uma mancha de umidade circular com um diâmetro aproximado de 14 cm no centro do bloco, na face oposta à incidência de água, equivalente à uma área de 2,4% da área em análise. Após os ciclos de calor e choque térmico, constatou-se um aumento considerável das manchas, passando para 40% da área ensaiada.



**Figura 3** – Manchas de umidade na face oposta à incidência de água antes (esquerda) e após (direita) o envelhecimento.

#### **4.2 Verificação do comportamento do SVVE exposto à ação de calor e choque térmico**

O ensaio consiste em submeter à face de um corpo de prova a dez ciclos sucessivos de calor, proveniente de fonte radiante e resfriamento por meio de jatos de água, sendo que cada ciclo corresponde a:

- Ação do calor: manutenção por 1 hora após atingida a temperatura superficial de  $80 \pm 3$  °C;
- Ação da água: após a aplicação da radiação, promover o resfriamento do corpo de prova por meio de jatos de água até se atingir a temperatura ambiente.

Durante o ensaio são realizadas inspeções visuais e leituras das deformações horizontais da amostra através do relógio comparador.

O ensaio de resistência ao calor e choque térmico foi realizado sobre o painel da amostra 1.0193.16, sendo os resultados apresentados a seguir no *Quadro 4*.



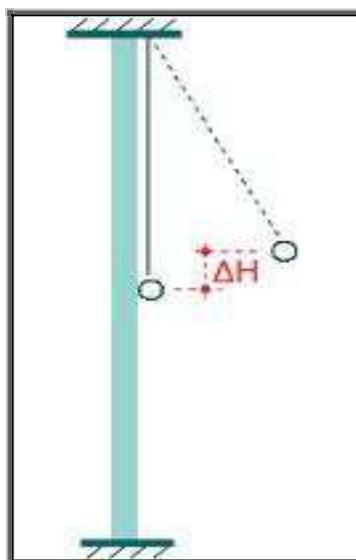
**Relatório**  
REL DVPE 5441/2016-

**Quadro 4 – Ensaio de calor e choque térmico na amostra 1.0193.16.**

Ciclo	Deslocamento após 45 min	Deslocamento após resfriamento	Ocorrências	Requisitos da NBR 15575-4/13
1	0,16 mm	0,15 mm	Nenhuma	<p>Não ocorrência de falhas como fissuras, destacamentos, empolamentos, descoloração e outros danos;</p> <p>Deslocamento horizontal instantâneo, no plano perpendicular ao corpo-de-prova, deve ser inferior a <math>h/300</math>, onde <math>h</math> é a altura do corpo-de-prova.</p>
2	0,12 mm	0,46 mm	Aparecimento de fissuras	
3	1,12 mm	0,47 mm	Aumento das fissuras	
4	0,41 mm	0,24 mm	Percolação da água no verso do painel	
5	0,08 mm	0,54 mm	Aumento das fissuras	
6	0,49 mm	0,03 mm	Aumento de percolação na face oposta da amostra	
7	0,46 mm	0 mm	Aumento de percolação na face oposta da amostra	
8	0,04 mm	0,72 mm	Aumento de percolação na face oposta da amostra	
9	0,45 mm	0,24 mm	Aumento de percolação na face oposta da amostra	
10	0,27 mm	0,27 mm	Aumento de percolação na face oposta da amostra	

#### 4.3 Determinação da resistência ao impacto de corpo duro

O corpo de prova é submetido a impactos na face externa, através de esferas de aço de 1 kg e 0,5 kg. As esferas são posicionadas para uma liberação pendular, mantida em repouso de alturas conhecidas, gerando a energia de impacto conforme requisitos normativos (Figura 4). Os impactos são executados em dez pontos distintos sem haver repiques. Após cada aplicação de impacto, as amostras são avaliadas visualmente.



**Figura 4** – Esquema de montagem do ensaio de impacto de corpo duro.

O resultado do ensaio de impacto de corpo duro na amostra 1.0193.16 está apresentado no Quadro 5, bem como na Figura 5 a seguir.



**Figura 5** – Marcações dos impactos realizados pelo corpo duro na parede.



**Relatório**  
REL DVPE 5441/2016-

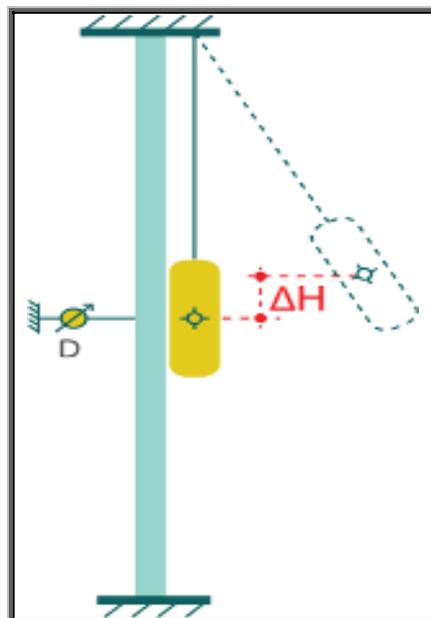
**Quadro 5 – Ensaio de impacto de corpo duro na amostra 1.0193.16.**

Vedações Verticais Externas - Impacto externo				
Energia (J)	Altura (m)	Profundidade da moossa (mm)	Ocorrências	Requisitos
3,75	0,75	0,14	Mossa	Não ocorrência de falhas. (Nível M)
		0,19	Mossa	
		0,12	Mossa	
		0,07	Mossa	
		0,12	Mossa	
		0,06	Mossa	Não ocorrência de falhas. Profundidade da moossa $p \leq 2,0\text{mm}$ (Nível I,S)
		0,12	Mossa	
		0,13	Mossa	
		0,13	Mossa	
		0,06	Mossa	
20	2,00	0,52	Mossa	Não ocorrência de ruptura nem traspasse.
		0,35	Mossa	
		0,27	Mossa	
		0,53	Mossa	
		0,67	Mossa	
		0,75	Mossa	
		0,47	Mossa	
		0,52	Mossa	
		0,66	Mossa	
		0,64	Mossa	

#### 4.4 Determinação da resistência ao impacto de corpo mole

O corpo de prova é submetido a impactos através de um saco de couro de 400 N (Figura 6) na face externa das paredes avaliadas. O saco é posicionado para uma liberação pendular de alturas determinadas conforme a norma, gerando impactos com energia conhecida. Após cada aplicação de impacto, as amostras são avaliadas visualmente e realizadas as leituras de deslocamentos instantâneos e residuais.

**Relatório**  
REL DVPE 5441/2016-



**Figura 6** – Esquema de montagem do ensaio de impacto de corpo mole.

Os resultados dos ensaios de impacto de corpo mole na amostra 1.0193.16 está apresentado no Quadro 6 a seguir.

**Quadro 6** – Ensaio de impacto de corpo mole na amostra 1.0193.16.

Impacto externo - Vedações Verticais Externas com função estrutural				
Energia (J)	Altura (m)	Deformações (mm)	Ocorrências	Requisitos
120	0,30	-	Nenhuma	Não ocorrência de falhas.
180	0,45	-	Deslocamento do bloco	
240	0,60	$d_h = 1,342$ $d_{hr} = 0,565$	Deslocamento do bloco	Não ocorrência de falhas. $d_h \leq h/125$ ; $d_{hr} \leq h/625$
360	0,90	-	Deslocamento do bloco	Não ocorrência de falhas.
480	1,20	-	Deslocamento do bloco	Não ocorrência de ruína.
720	1,80	-	Deslocamento do bloco	

**Relatório**  
REL DVPE 5441/2016-

**4.5 Ações transmitidas por portas – Fechamento brusco.**

O ensaio consiste em submeter a amostra a dez operações de fechamento brusco. A porta é posicionada aberta formando um ângulo de 60º em relação ao batente e fechada através da liberação de um saco de couro de 15 kg ligado ao trinco através de um sistema de roldanas.

A porta foi instalada na amostra 1.0193.16 utilizando mão de obra própria da *ACM ARAUGIO ME*, fixada com a mesma argamassa utilizada no assentamento dos blocos. As ocorrências observadas nos dez ciclos de fechamento estão apresentadas no Quadro 7 a seguir.

**Quadro 7 – Ensaio de impacto fechamento brusco na amostra 1.0193.16.**

Ciclos	Ocorrências	Requisitos
1	-	Quando as portas forem submetidas a dez operações de fechamento brusco, as paredes não podem apresentar falhas, como rupturas, fissuras, destacamentos no encontro com o marco, cisalhamento nas regiões de solidarização do marco, destacamentos em juntas entre componentes das paredes e outros.
2	-	
3	-	
4	-	
5	-	
6	-	
7	-	
8	-	
9	-	
10	-	

**4.6 Ações transmitidas por portas – Resistência a impactos de corpo mole.**

A avaliação consiste na aplicação de impactos de 240J nos sentidos de abertura e fechamento da porta, através de uma esfera de couro de 30±0,6 kg. A esfera é posicionada para uma liberação pendular, com altura determinada por norma, e os impactos executados no centro geométrico da porta sem haver repiques.

O resultado do ensaio de impacto de corpo mole na porta da amostra 1.0193.16 está apresentado no Quadro 8 a seguir.



**Relatório**  
REL DVPE 5441/2016-

**Quadro 8 - Ensaio de impacto de corpo mole em porta na amostra 1.0193.16.**

Impactos no sentido de fechamento			Requisitos
Energia (J)	Altura (m)	Ocorrências	
240	0,80	Nenhuma	Não pode ocorrer arrancamento do marco, nem ruptura ou perda de estabilidade da parede. É permitida, no contorno do marco, a ocorrência de danos localizados, como fissuras e estilhaçamentos.
Impactos no sentido de abertura			
Energia (J)	Altura (m)	Ocorrências	
240	0,80	Nenhuma	

#### 4.7 Solicitação de cargas provenientes de peças suspensas – Mão-francesa padrão

A avaliação consiste na aplicação de cargas por meio de mão-francesa padronizada. São aplicadas em patamares de 50N e sem golpes, aguardando-se um intervalo de 3 minutos entre patamares. Para cada ciclo de carregamento, são realizadas leituras de deformação horizontal instantânea e residual.

A mão-francesa foi fixada na amostra 1.0193.16 através de mão de obra própria da *ACM ARAUGIO ME*, de duas maneiras distintas, de acordo com as prescrições a seguir.

##### 4.7.1 Fixação da mão francesa através de buchas chumbadas

As buchas plásticas foram fixadas na parede de acordo com as seguintes etapas:

1. Demarcação dos furos;
2. Execução de furos com aproximadamente 50 mm de diâmetro;
3. Retirada do EPS no interior do furo;
4. Aplicação de argamassa;
5. Colocação das buchas plásticas para concreto 10 mm (Figura 7) imediatamente após a aplicação da argamassa.



**Relatório**  
REL DVPE 5441/2016-



**Figura 7** – Buchas e parafusos utilizados na fixação da mão francesa.

O resultado do ensaio de solicitação de cargas provenientes de peças suspensas da amostra 1.0193.16, fixada através de buchas plásticas 10 mm para concreto, está apresentado no Quadro 9 a seguir.

**Quadro 9** – Ensaio de solicitação à peças suspensas na amostra 1.0193.16.

<b>Carga (kN)</b>	<b>Deslocamento instantâneo (d<sub>h</sub>) (mm)</b>	<b>Deslocamento após 3 min (d<sub>hr</sub>) (mm)</b>	<b>Ocorrências</b>
0,10	0,05	0,06	-
0,20	0,11	0,11	-
0,30	0,17	0,17	-
0,40	0,23	0,24	-
0,50	0,32	0,35	Fissura no lado esquerdo da mão-francesa
0,60	0,42	0,46	Aumento da fissura
0,70	0,57	-	Rompeu 19 segundos após colocação da carga
		0,52	

#### 4.7.2 Fixação da mão francesa através de buchas tipo Toggler Bolt

O resultado do ensaio de solicitação de cargas provenientes de peças suspensas da amostra 1.0193.16, fixada através de duas buchas *Toogler Bolt* ¼" (Figura 8), está apresentado no Quadro 10 a seguir.



**Figura 8** – Buchas tipo toggler bolt ¼" utilizadas na fixação da mão-francesa.

**Quadro 10** – Ensaio de solicitação à peças suspensas na amostra 1.0193.16.

Carga (kN)	Deslocamento instantâneo (d <sub>n</sub> ) (mm)	Deslocamento após 3 min (d <sub>hr</sub> ) (mm)	Ocorrências
0,10	0,09	0,09	-
0,20	0,15	0,16	-
0,30	0,29	0,30	-
0,40	0,37	0,38	-
0,50	0,46	0,50	-
0,60	0,58	0,61	-
0,70	0,72	-	Rompeu 30 segundos após colocação da carga
		0,14	

## 5. 5. CONSIDERAÇÕES

Durante as avaliações observou-se que as amostras apresentaram fissuras com geometria bem definidas, geralmente com ângulos de 90º e espaçadas em aproximadamente 20 cm (figura 9).



**Figura 9** – Fissuras observadas ao longo das avaliações.

Verificou-se que as telas de aço posicionadas entre as placas cimentícias e o recheio de EPS funcionam como uma alavanca, contribuindo para a flexão das peças. Quando submetidas à algum esforço mecânico, são geradas fissuras que acompanham o alinhamento da tela, como mostra a figura 10 a seguir.



**Figura 10** – Fissuras no alinhamento da tela armada.

**Relatório**  
REL DVPE 5441/2016-

O quadro 11 a seguir apresenta um resumo dos resultados obtidos na amostra 1.0193.16.

**Quadro 11 – Resumo dos resultados obtidos na amostra 1.0193.16.**

<b>AVALIAÇÕES</b>	<b>REQUISITOS DA ABNT NBR 15575</b>	<b>RESULTADOS OBTIDOS</b>
Estanqueidade à água	<b>Nível Mínimo:</b> 5% da área com manchas de umidade. <b>Nível Intermediário/Superior:</b> Sem manchas de umidade.	Manchas de umidade com cerca de 2,5% da área ensaiada antes dos ciclos de calor e choque térmico e 40% após a ciclagem.
Resistência ao calor e choque térmico	Não ocorrência de falhas como fissuras, destacamentos, empolamentos, descoloração e outros danos; dh ≤ 8,83 mm.	Aparecimento e constante aumento de fissuras. dh = 1,12 mm.
Impacto de corpo mole	<b>Impacto de 240 J:</b> Não ocorrência de falhas; dh ≤ 21,2 mm; dhr ≤ 4,2 mm. <b>Impactos de de 480 J e 720 J:</b> Não ocorrência de ruína.	<b>Impacto de 240 J:</b> Deslocamento do bloco; dh = 1,34 mm; dhr = 0,5 mm. <b>Impactos de de 480 J e 720 J:</b> Deslocamento do bloco.
Impacto de corpo duro	<b>Impactos de 3,75 J:</b> Não ocorrência de falhas; Profundidade da massa p ≤ 2,0 mm. <b>Impactos de 20 J:</b> Não ocorrência de ruptura nem traspasse.	<b>Impactos de 3,75 J:</b> Nenhuma ocorrência. <b>Impactos de 20 J:</b> Ocorrência de mossas com no máximo 0,75 mm.
Resistência a solicitação de cargas provenientes de peças suspensas	<b>Nível Mínimo:</b> 0,8 kN; Ocorrência de fissuras toleráveis. <b>Nível Intermediário:</b> 1,0 kN; Não ocorrência de fissuras ou destacamentos. <b>Nível Superior:</b> 1,2 kN; Não ocorrência de fissuras ou destacamentos. <b>Deslocamentos:</b> dh ≤ 5,3 mm; dhr ≤ 1,1 mm.	Rompeu com 0,7 kN para os dois tipos de fixação avaliados; dh máximo = 0,72 mm; dhr máximo = 0,52 mm.
Ações transmitidas por portas - Fechamento brusco	Não ocorrência de falhas, rupturas e destacamentos no encontro com o marco. Não ocorrência de destacamentos, cisalhamento e destacamentos nos componentes da parede	Nenhuma ocorrência.
Ações transmitidas por portas - Impacto de corpo mole	Não pode ocorrer arrancamento do marco, nem ruptura ou perda de estabilidade da parede.	Nenhuma ocorrência.

**ANEXO B – RELATÓRIO DO ENSAIO DE INCÊNDIO**



**UniREDENTOR**  
Centro Universitário

Prof. Cristiano Pena Miller

---

## ENSAIO DE INCÊNDIO

PROJETO INTEGRADOR VII  
ENGENHARIA CIVIL

ITAPERUNA-RJ, 2018



## **SUMÁRIO**

1.1. CAPA .....	3
1.2. INTRODUÇÃO .....	4
1.3. OBJETIVOS .....	6
1.4. MATERIAS E METODOS.....	7
1.5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	9
1.6. CONCLUSÕES .....	15
1.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	16



## 1.1. CAPA



**UniREDENTOR**  
Centro Universitário

EVALDO ALMENARA CARDOSO - 101125  
FERNANDA SOUZA SALES - 1501310  
GEOVANNI WERNECK - 1501633  
INGRIDY DE OLIVEIRA COSTA - 1400297  
JÉSSIKA DE SOUZA CUCO - 1500971  
LEONNY BALDAS LOUREIRO M TAVARES - 90687  
MATEUS SOUSA FERNANDES GAMA - 1501037  
ORLANDO CRISTOVÃO PEREIRA CELINO - 1501758  
RAFAEL FERREIRA XIMENES - 1500948  
RENNAN MEZABARBA MACEDO OLIVEIRA - 1501966  
RODRIGO BENELLI PELEGRINE - 1501889  
VITOR JOSÉ BENEDICTO - 1501506

### ENSIO DE INCÊNDIO

Trabalho apresentado à disciplina Projeto Integrador VII da Faculdade Redentor, com requisito de avaliação da referida disciplina do Sétimo Período do Curso de Engenharia Civil.

ITAPERUNA-RJ,2018



## 1.2. INTRODUÇÃO

Ao se projetar uma edificação, o profissional precisa verificar vários aspectos relativos ao desempenho da mesma, entre eles funcionalidade, conforto, resistência estrutural, revestimentos e materiais de vedação empregados. Em relação ao tipo de material escolhido para o fechamento e que pode também ter função resistente, o projetista ao especificar, deve levar em consideração qual o desempenho que este possui no caso de um incêndio.

É importante que o projetista, ao definir o tipo de estrutura que será utilizado na edificação, conheça a resistência frente a altas temperaturas do material, para avaliar o nível de segurança à construção.

Depois de especificado o tipo de material usado para vedação, é preciso obter conhecimento sobre qual o tempo necessário para o aquecimento do lado oposto, e caso ocorra um grande aquecimento num dos lados da parede é necessário responder várias questões. Não haverá o aparecimento de fissuras devido ao aquecimento? O material não irá sofrer ruína? O tempo de resistência ao fogo da parede é superior ao requerido em normas?

Os tipos de materiais hoje utilizados pela construção civil como vedação são diversos, podendo ser compostos de blocos cerâmicos, blocos de concreto, paredes de PVC recheadas ou não de concreto, paredes de gesso, paredes de concreto, blocos de vedação de poliestireno entre outros. Sendo ainda que esses materiais podem ou não ter função estrutural.

Existem vários trabalhos acerca de ensaios de elementos estruturais frente ao fogo feitos por diversos pesquisadores Conforme Purkiss (2007), tem havido pouco desenvolvimento na avaliação do desempenho das alvenarias frente ao fogo. O mesmo autor lembra, ainda, que muitos ensaios de resistência ao fogo de alvenarias são feitos com paredes descarregadas moldadas no laboratório, não expressando resultados para capacidade real destas, pois não simulam adequadamente o comportamento real, quando estas estão sob carregamento axial no momento do incêndio.



No Brasil, o ensaio de resistência frente ao fogo de elementos de vedação é normalizado pela NBR 5628:2001. Esta norma define, entre outros aspectos, que o ensaio deve ser realizado em escala real e sob a carga real. Entretanto, esse procedimento é de difícil execução, pois exige que o forno ou câmara de ensaio possua uma dimensão compatível com o pé-direito da edificação, além de muitos equipamentos especiais para simular o carregamento do qual o elemento estará submetido em obra.

As normas e legislações nacionais de segurança contra incêndio definem que as paredes e elementos de vedação devem possuir um determinado tempo de resistência ao fogo, o qual varia com o tipo de ocupação da edificação e com a altura total. As sugestões de desempenho de materiais oferecidas pela grande parte desses códigos normalmente são baseadas em conhecimentos observados, sendo que os mesmos denotam uma resistência ao fogo bem superior, quando ensaiados em laboratório.

Pelo fato de na construção civil haver diferentes tipos de materiais de vedação e dentro destes, haver ainda diversas variações, é de grande importância que a resistência ao fogo desses elementos seja definida experimentalmente. Mas conforme já foi mencionado, o ensaio em escala real é bastante difícil de ser realizado e no país existem poucos laboratórios que possuam equipamentos compatíveis para a execução desse tipo de ensaio, motivo este que não existem muitos dados na literatura.

O'Connor et al. (1997) afirma que ao efetuar ensaio de resistência ao fogo de elementos estruturais usando elementos de dimensões reduzidas, não é possível controlar adequadamente o efeito da dimensão, das mudanças de fases, da migração de umidade e demais efeitos que são controlados pela dimensão das partículas e tamanho dos poros ou pressão interna e tensões ocasionadas pelos gradientes térmicos.

Uma alternativa ao ensaio em escala real seria realizar o mesmo ensaio, seguindo todas as prescrições das normalizações, porém em escala reduzida, utilizando o mesmo material que irá compor a vedação da edificação. Neste caso, poderia ser utilizado um forno com dimensões menores, porém que respeite a curva padrão de aquecimento prescrito na NBR 5628:2001.



### 1.3. OBJETIVOS

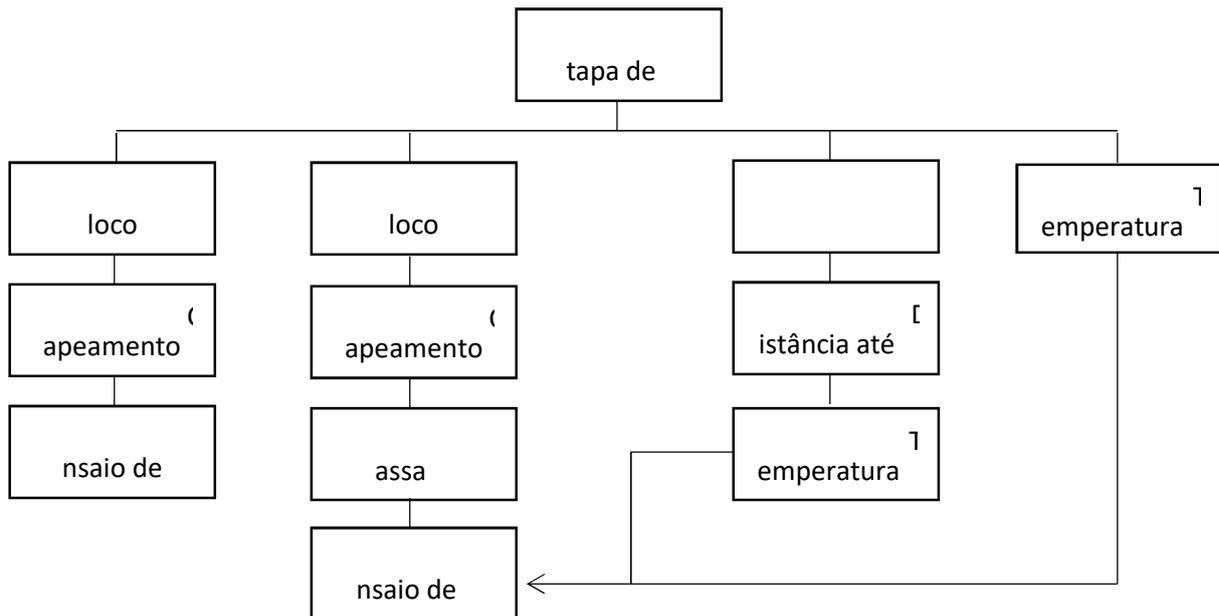
O objetivo geral do presente trabalho é analisar o comportamento de um bloco de paredes e seus componentes frente às altas temperaturas e verificar visualmente o que ocorrerá com o bloco de vedação dentre essas visualizações destacamos as seguintes preferências:

- Verificar a estanqueidade a gases quentes e nível de fissuração da parede devido ao aumento da temperatura.
- Estudar o aumento da temperatura ao longo da seção transversal das paredes e comparar com o nível de resistência do bloco.
- Avaliar a redução de resistência da argamassa empregada no bloco.

#### 1.4. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia desta pesquisa foi baseada na avaliação do comportamento de uma pequena parede de alvenaria de argamassa armada com poliestireno em frente a altas temperaturas de um maçarico exposto em uma de sua fase. A massa corrida adota nos ensaios foi uma argamassa industrializada com resistência nominal de 4 Mpa. Os blocos utilizados blocos de argamassa armada com poliestireno obtido de um fornecedor local.

O fluxograma esquemático experimental apresentando as etapas do estudo, materiais envolvidos, ensaios realizados.



Os principais equipamentos usados para realização do trabalho foi um maçarico a gás, sendo o maçarico adaptado para uma botija comum, e um medidor de temperatura a laser para a leitura das temperaturas nas faces da parede. Uma observação, todos os ensaios realizados foram utilizados os equipamentos de proteção individual (EPI). Como foi feito em ambiente aberto foi utilizado objetos para tampar a ação do vento e não prejudicar o fogo do maçarico a ser aplicado no ponto central do bloco. Após o ensaio realizado utilizamos uma marreta para abrir o bloco e visualizar as propriedades mecânicas que ainda sobrou do bloco.



Imagem 1: Aplicação da chama do maçarico



Imagem 2: Aplicação da chama do maçarico

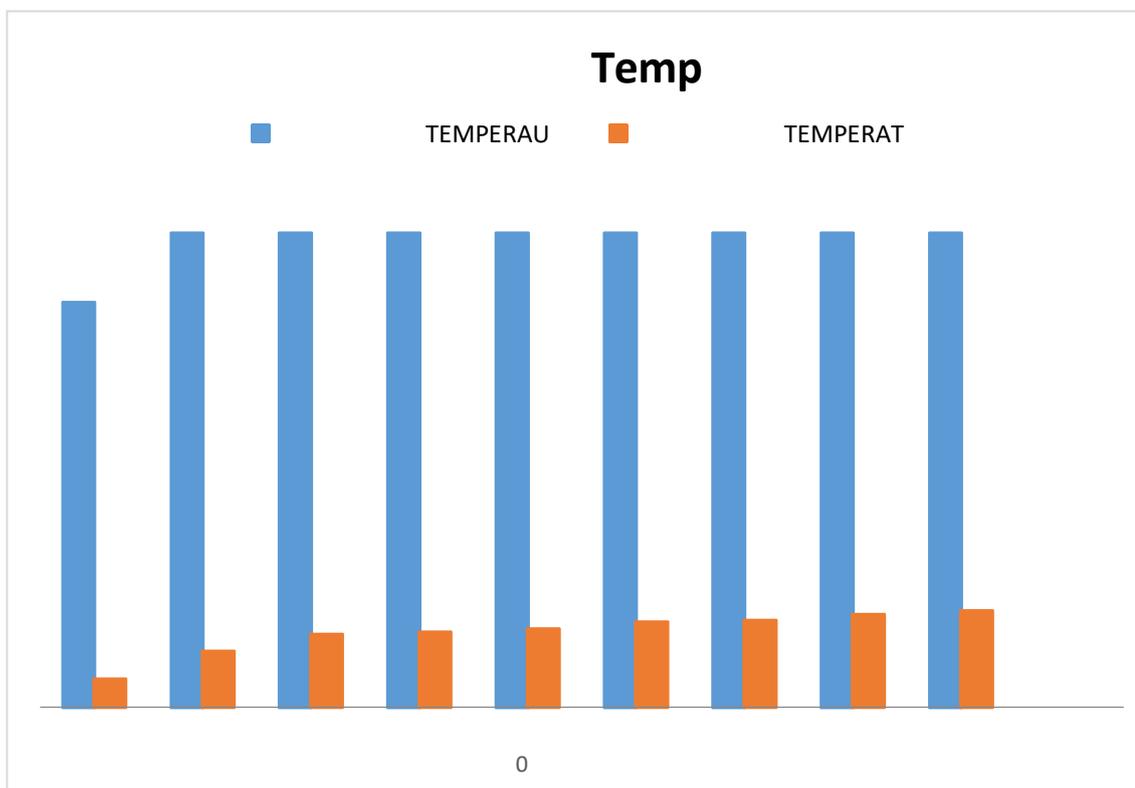


## 1.5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi realizada 1 hora e 30 minutos de ensaio com fogo constante no bloco e foram visualizados os comportamentos mecânicos do bloco, gerando uma tabela com as temperaturas medias.

Temperaturas (maçarico)	—	Temperaturas (Externas)	—
10 minutos	<b>510°C</b>	10 minutos	<b>35°C</b>
20 minutos	<b>597°C</b>	20 minutos	<b>70°C</b>
30 minutos	<b>597°C</b>	30 minutos	<b>91°C</b>
40 minutos	<b>597°C</b>	40 minutos	<b>94°C</b>
50 minutos	<b>597°C</b>	50 minutos	<b>98°C</b>
1 Hora	<b>597°C</b>	1 Hora	<b>107°C</b>
1 Hora e 10 minutos	<b>597°C</b>	1 Hora e 10 minutos	<b>109°C</b>
1 Hora e 20 minutos	<b>597°C</b>	1 Hora e 20 minutos	<b>116°C</b>
1 Hora e 30 minutos	<b>597°C</b>	1 Hora e 30 minutos	<b>121°C</b>

Para as temperaturas acima geramos um gráfico demonstrativos caracterizando as temperaturas obtidas na face de onde bate o maçarico e a face externa do bloco.



Em observação constante do ensaio verificamos os seguintes aspectos mecânicos ocorridos no bloco estudado:

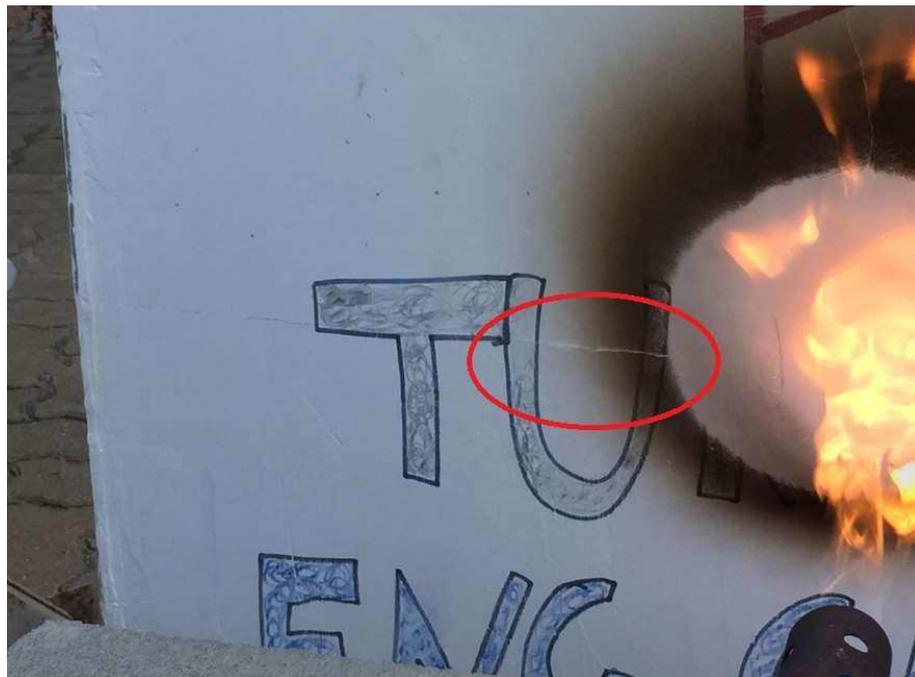
- Aos 21 minutos começaram a aparecer fissuras no topo do bloco.
- Aos 22 minutos começou a sair um cheiro forte do bloco devido ao derretimento parcial do poliestireno.
- Aos 25 minutos a parte frontal do bloco apresentou uma fissura do meio para a lateral esquerda do mesmo.
- Aos 26 minutos iniciou uma pequena rachadura na parte (externa/superior)
- Aos 31 minutos as fissuras da frente e do topo começaram a se expandir, a fissura superior do bloco começa a sair fumaças.
- Aos 33 minutos as fissuras superiores começaram a apresentar uma certa umidade.
- Aos 34 minutos começaram a aparecer fissuras de formas raizadas e em forma de T na parte externa do bloco.



*Imagem 3: fissura no topo do bloco*



*Imagem 4: fissura na parte superior do bloco*



*Imagem 5: fissura parte da frente do bloco para o lado esquerdo*



*Imagem 6: fissura na parte (externa/superior)*



*Imagem 7: fissura se expandindo (frente)*



Imagem 8: fissura expandindo (superior)



Imagem 9: Bloco após 1 Hora e 30 minutos de ensaio



Imagem10: Abertura do Bloco



## 1.6. CONCLUSÕES

Foi estudado o nível de degradação dos materiais isoladamente e no conjunto, além da resistência residual da alvenaria e seus constituintes após exposição às altas temperaturas. A taxa de aquecimento do maçarico não seguiu a Curva Padrão de norma, mesmo assim, foi possível verificar que as legislações são conservadoras em relação ao desempenho frente ao fogo dos materiais. As paredes obtiveram bom desempenho frente às altas temperaturas, apresentando nível de fissuração baixo e mantendo a estabilidade estrutural. Foi ensaiado um bloco de 90x90 cm e com revestimento de 3 mm de massa corrida, a aplicação do fogo no maçarico atingiu a temperatura de 597°C, constatando que esta temperatura foi suficiente para promover as alterações contidas após o ensaio.



## 1.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/94827>

<https://pauluzzi.com.br/manual-de-desempenho/>

[http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2\\_2014/TCC\\_MARCIANA%20COCCO.pdf](http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2014/TCC_MARCIANA%20COCCO.pdf)

<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=2529>

**ANEXO C – RELATÓRIO DO ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO**



**UniREDEntOR**

Centro Universitário

Prof. Cristiano Pena Miller

---

**RESULTADOS DO ENSAIO DE COMPRESSÃO DA  
ALVENARIA DE PLACA DE ARGAMASSA ARMADA**

**PROJETO INTEGRADOR VII  
ENGENHARIA CIVIL**

ITAPERUNA-RJ, 2018



## **SUMÁRIO**

1.1 CAPA.....	3
1.2. INTRODUÇÃO.....	4
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	5
1.5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	7
1.6. CONCLUSÕES.....	10
1.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	10



EVALDO ALMENARA CARDOSO - 101125  
FERNANDA SOUZA SALES - 1501310  
GEOVANNI WERNECK - 1501633  
INGRIDY DE OLIVEIRA COSTA - 1400297  
JÉSSIKA DE SOUZA CUCO - 1500971  
LEONNY BALDAS LOUREIRO M TAVARES - 90687  
MATEUS SOUSA FERNANDES GAMA - 1501037  
ORLANDO CRISTOVÃO PEREIRA CELINO - 1501758  
RAFAEL FERREIRA XIMENES - 1500948  
RENNAN MEZABARBA MACEDO OLIVEIRA - 1501966  
RODRIGO BENELLI PELEGRINE - 1501889  
VITOR JOSÉ BENEDICTO - 1501506

RESULTADOS DO ENSAIO DE COMPRESSÃO DA ALVENARIA DE PLACA DE  
ARGAMASSA ARMADA

Trabalho apresentado à disciplina Projeto Integrador VII da Faculdade Redentor, com requisito de avaliação da referida disciplina do Sétimo Período do Curso de Engenharia Civil.

## 1.2. INTRODUÇÃO

Ao iniciar-se qualquer execução de um projeto da área da construção civil é necessário conhecer e estudar quais os materiais podem ou devem ser usados para se ter uma melhor segurança e conforto para os usuários, bem como o custo e seu papel com o meio ambiente. Um dos fatores para se avaliar a segurança do material a ser usado é o ensaio de tensão e compressão para descobrir qual a resistência desse material.

É de extrema importância que o responsável para realizar todos os ensaios necessários tenha realizado antes um estudo com base nas normas técnicas e sempre utilizando os EPI's e EPC's necessários.

Os ensaios de compressão devem ser realizados dentro de um ambiente controlado e com as ferramentas e manuseio correto, seguindo todas as etapas conforme orientação das NBR's, o ensaio a ser apresentado nesse relatório foi realizado nas instalações da faculdade UniRedentor, com as devidas orientações do profissional presente. Com o experimento é possível verificar a resistência de um bloco de alvenaria em relação aos esforços axiais submetidos em um corpo de prova, podendo gerar um rompimento ou encurtamento, sendo o aplicador do ensaio ou os auxiliares realizar as anotações e resultados apresentados no ensaio para se obter através de cálculos matemáticos as respostas procuradas.

## 1.3. OBJETIVOS

O ensaio tem por objetivo verificar a resistência do bloco com a aplicação de uma carga uniformemente distribuída de forma a verificar qual a carga que o bloco suporta antes de ocorrer sua ruptura.

## 1.4. MATERIAIS E MÉTODOS



Figura 1: Bloco pré moldado



Figura 2: Prensa Hidráulica

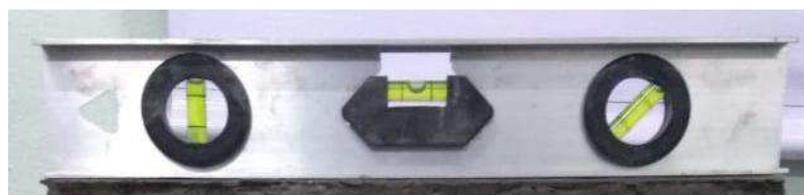


Figura 3: Nível de mão

Além dos equipamentos citados, foi necessário o uso de uma pasta de cimento para realizar o capeamento, que é a aplicação dessa pasta na parte superior e inferior do corpo-de-prova, para que seja possível o nivelamento, para que a carga seja distribuída de maneira uniforme por todo o corpo-de-prova. A carga é aplicada pela prensa hidráulica onde é possível analisar a carga e a deformação até o momento de seu rompimento.



Figura 4: Corpo-de-prova capeado e nivelado



Figura 5: Prensa Hidráulica com bloco capeado

### 1.5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este ensaio nos permitiu obter resultados sobre as reações de um carregamento sobre o bloco estudado, analisando qual a carga o bloco suporta até seu rompimento e qual sua reação enquanto aplica-se a carga de forma constante, foi aplicado em fórmulas matemáticas e a partir dela gerou-se um gráfico para melhor entendimento de todo o ensaio.

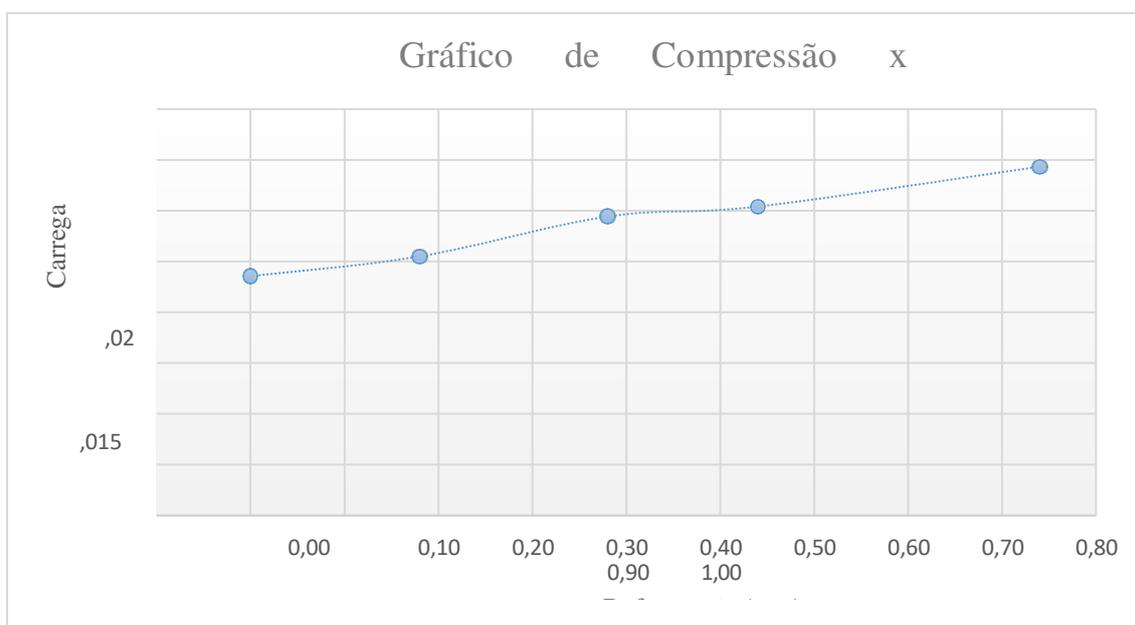


Gráfico 1: Compressão x Deformação

Carregamento (T)	Carga (MPa)	Deformação (mm)
2,4	0,023536	0,1
2,6	0,25497	0,28
3	0,29420	0,48
3,1	0,030401	0,64
3,5	0,034323	0,94

Tabela 1: Valores obtidos na prensa hidráulica



Figura 6 : Bloco 1 rompido após carregamento

O primeiro bloco da série de amostragem apresentou um descolamento entre a placa de isopor ou EPS, quando atingiu seu ponto de ruptura.



Figura 7: Bloco 2 rompido após carregamento

O bloco 2 apresentou fissuras na sua face lateral quando atingido o ponto máximo de carregamento.



Figura 8: Bloco 3 rompido após carregamento

O bloco 3 apresentou um descolamento entre a placa de isopor ou EPS e uma rachadura na parte superior da face lateral, quando atingiu seu ponto de ruptura.



Figura 9: Bloco 4 rompido após carregamento

O bloco 4 apresentou uma fissura na parte superior de sua face lateral quando atingiu seu ponto de ruptura.

## 1.6. CONCLUSÕES

Conclui-se que o ensaio demonstra a resistência do bloco de alvenaria quando aplicado uma força axial até ocorrer o rompimento do mesmo, foram utilizados 4 blocos pré-moldados, capeados e nivelados, a carga aplicada pela prensa hidráulica foi distribuída de forma uniforme por todo bloco para que o ensaio estivesse conforme a norma exige. Após todos os dados coletados e os cálculos resolvidos é possível analisar qual a resistência máxima que o material estudado suporta. Todo o material utilizado para o ensaio deverá ser descartado de forma a preservar o meio ambiente, uma vez que o mesmo bloco perdeu sua função quando passou pelo ensaio e foi rompido o devido carregamento.

## 1.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABdO0AL/ensaio-compressao-corpos-prova>

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAelvIAK/relatorio-tracao-compressao-concreto>

<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/1/materiais/qualidade/9/materiais.htm>

**ANEXO D – RELATÓRIO DE ENSAIO DE TEMPERATURA**



**UniREDENTOR**  
Centro Universitário

Prof. Cristiano Pena Miller

---

**RESULTADOS DO ENSAIO DE TEMPERATURA DA  
ALVENARIA DE PLACA DE ARGAMASSA ARMADA**

**PROJETO INTEGRADOR VII  
ENGENHARIA CIVIL**

ITAPERUNA-RJ, 2018



## **SUMÁRIO**

<b>1. ESTRUTURA DO RELATÓRIO.....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
1.1. CAPA.....	3
1.2. INTRODUÇÃO.....	4
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.4. JUSTIFICATIVA.....	5
1.5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	5
1.6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	9
1.7. CONCLUSÕES.....	10
1.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11



1.1. CAPA



EVALDO ALMENARA CARDOSO - 101125  
FERNANDA SOUZA SALES - 1501310  
GEOVANNI WERNECK - 1501633  
INGRIDY DE OLIVEIRA COSTA - 1400297  
JÉSSIKA DE SOUZA CUCO - 1500971  
LEONNY BALDAS LOUREIRO M TAVARES - 90687  
MATEUS SOUSA FERNANDES GAMA - 1501037  
ORLANDO CRISTOVÃO PEREIRA CELINO - 1501758  
RAFAEL FERREIRA XIMENES - 1500948  
RENNAN MEZABARBA MACEDO OLIVEIRA - 1501966  
RODRIGO BENELLI PELEGRINE - 1501889  
VITOR JOSÉ BENEDICTO - 1501506

**RESULTADOS DO ENSAIO DE TEMPERATURA DA ALVENARIA DE PLACA  
DE ARGAMASSA ARMADA**

Trabalho apresentado à disciplina Projeto Integrador VII da Faculdade Redentor, com requisito de avaliação da referida disciplina do Sétimo Período do Curso de Engenharia Civil.



## 1.2. INTRODUÇÃO

A alvenaria é um material de construção tradicional que tem sido usada há milhares de anos (DUARTE, 1999). De acordo com o mesmo autor, as edificações em alvenaria estão entre as construções que têm maior aceitação pelo homem, não somente hoje como também nas civilizações antigas.

Com a necessidade de novos produtos de tecnologia avançada para atender as técnicas das construções modernas, foram desenvolvidos blocos de alvenaria com adição de poliestireno expandido que possuem na sua composição o cimento Portland CP5, aditivo impermeabilizante, areia, água, ferro CA 60 e poliestireno expandido (EPS).

Ao longo do desenvolvimento do trabalho iremos abordar e analisar detalhadamente sobre o bom isolamento térmico que o bloco possui.

## 1.3. OBJETIVOS

O objetivo do ensaio é verificar se tem real eficácia como isolante térmico, mostrando a diferença da temperatura externa com a interna..



#### 1.4. JUSTIFICATIVA

A análise de temperatura é crucial para o conforto e também para os usos em determinadas regiões.

#### 1.5. MATERIAIS E MÉTODOS

Antes de descrevermos o ensaio, precisamos analisar mais especificamente o poliestireno expandido, sendo um dos mais importantes para o controle térmico.

O poliestireno expandido tendo como sigla inglesa EPS e mais conhecido no Brasil como isopor, segundo a Associação Brasileira do Poliestireno Expandido: “ele é um plástico celular rígido, resultante da polimerização do estireno em água. Em seu processo produtivo não se utiliza e nunca se utilizou o gás CFC ou qualquer um de seus substitutos. Como agente expensor para a transformação do EPS, emprega-se o pentano, um hidrocarbureto que se deteriora rapidamente pela reação fotoquímica gerada pelos raios solares, sem comprometer o meio ambiente.”.

**O resultado final são esferas de até 3 mm de diâmetro que se expandem em até 50 vezes, através de vapor, fundindo-se e moldando-se em várias formas.**

O ensaio térmico foi realizado no laboratório de Construção Civil do Centro Universitário Redentor. O bloco utilizado para realizar o ensaio, foi preparado por uma empresa especializada nesse ramo, o bloco foi moldado especialmente para a realização do ensaio, sem ter alteração na sua composição original, tendo as dimensões de 40x40cm e um vão de 14x14cm, como demonstrado nas imagens abaixo.

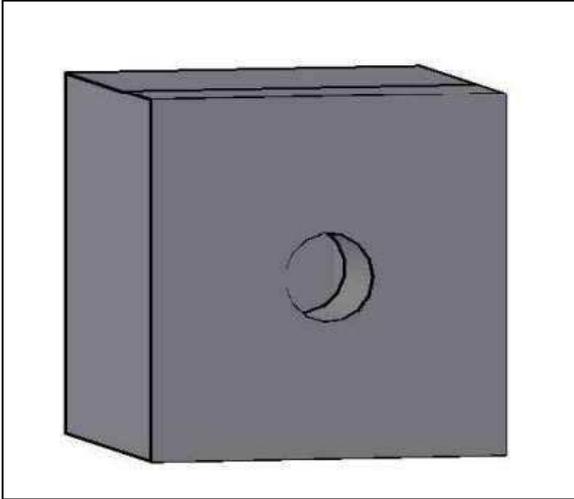


Imagem 1: Bloco em 3D



Imagem 2: Bloco de Alvenaria de Argamassa Armada

Para analisar a temperatura absorvida pelo bloco com o auxílio de uma furadeira foi feito um furo de 13 mm de diâmetro, que foi utilizado para a verificação da temperatura interna.



Imagem 3: Furo realizado no bloco



Visto que o furo poderia interferir na temperatura interna, colocamos um pedaço de madeira para que não houvesse essa transmissão.



Imagem 4: Vedação da Transmissão de Temperatura

Após essa preparação ele foi colocado no forno específico para o ensaio e nele o bloco foi submetido á várias temperaturas, sendo elas 40°, 50°, 60°, 70° e 80° referentes a temperaturas externas, ficando por 20 minutos dentro do forno.



Imagem 5: Bloco no forno

Passado o tempo e utilizando o equipamento do termômetro a laser fizemos as medições da temperatura interna do bloco, como mostra a imagem.



Imagem 6: Termômetro a laser



Imagem 7: Medição da temperatura interna



Finalizando o ensaio obtivemos as temperaturas externas e internas, para analisar a absorção do bloco.

Temperatura Externa (°Graus)	Temperatura Interna (°Graus)
40	29
50	26
60	45
70	50
80	57

Tabela 1: Registro de Temperaturas

## 1.6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

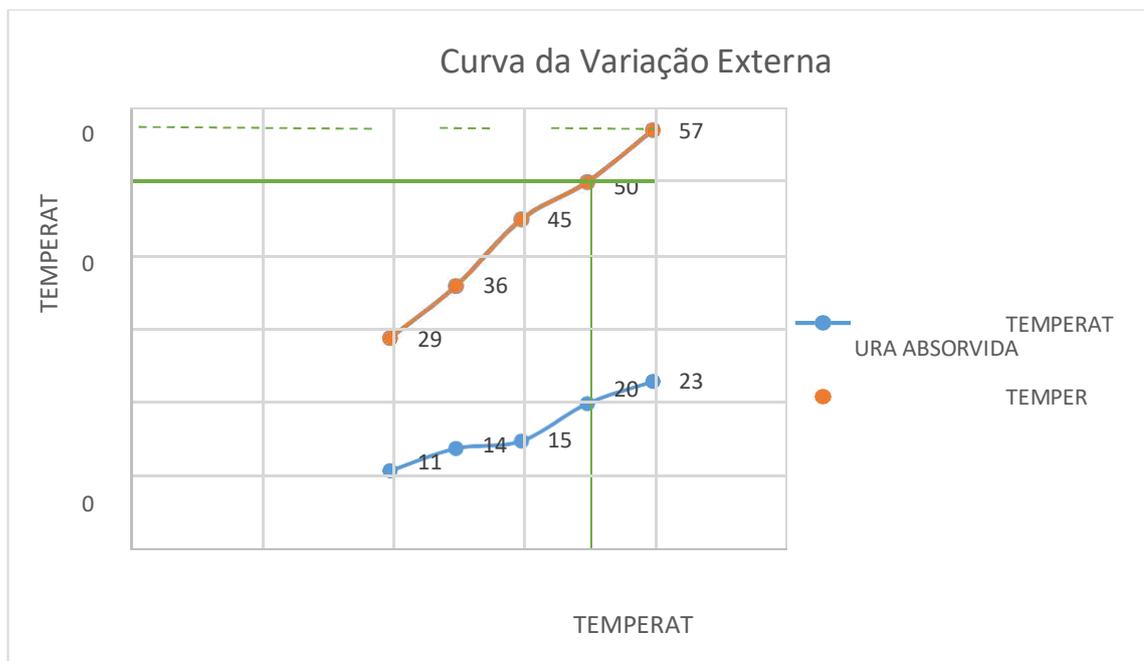


Gráfico 1: Curva de variação externa e interna.

Através da curva de variação, analisamos que a absorção da temperatura pelo bloco foi de forma crescente não uniforme. Dessa forma podemos afirmar que o mesmo reagiu de forma positiva; quando exposto a uma temperatura externa elevada, os componentes existentes conseguiram absorver a temperatura, fazendo com que a interna seja minimizada, gerando conforto térmico.



## 1.7. CONCLUSÕES

Através do ensaio realizado, verificamos que os componentes existentes no bloco fizeram com que a temperatura interna fosse minimizada quando comparada a temperatura externa.

Dessa forma comprovamos que o bloco tem a capacidade de manter a temperatura interna agradável, mostrando a sua eficácia.



## 1.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<http://www.avsconcretoleve.com.br/conteudo?ag=23>

<https://pt.slideshare.net/felipelimadacosta/a-alvenaria-estrutural-e-seu-desenvolvimento-historico>

<http://www.abrapex.com.br/01OqueeEPS.html>