



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

CECILIA QUEIROZ DE AQUINO LUCENA

RAISSA CALADO DA COSTA

**VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA EM BLOCO DE GESSO:
MÉTODO CONSTRUTIVO, ANÁLISE DE CUSTO E
DESEMPENHO**

RECIFE, 2017

CECILIA QUEIROZ DE AQUINO LUCENA

RAISSA CALADO DA COSTA

**VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA EM BLOCO DE GESSO:
MÉTODO CONSTRUTIVO, ANÁLISE DE CUSTO E
DESEMPENHO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade

RECIFE, 2017

Catalogação na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

L935v Lucena, Cecília Queiroz de Aquino.

Vedação vertical interna em bloco de gesso: método construtivo, análise de custo e desempenho / Cecília Queiroz de Aquino Lucena, Raissa Calado da Costa. – 2017.

48 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Departamento de Engenharia Civil, 2017.

Inclui Referências.

1. Engenharia Civil. 2. Bloco de Gesso. 3. Vedação Vertical. 4. Alvenaria. I. Costa, Raissa Calado da. II. Andrade, Tibério Wanderley Correia de Oliveira. (Orientador). III. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2017-170

ATA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL

CANDIDATO(S): 1 – Cecília Queiroz de Aquino Lucena
2 – Raissa Calado da Costa

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade

Examinador 1: Pedro Goes

Examinador 2: Rubens Dantas

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Vedação Vertical Interna em bloco de gesso: Método Construtivo, Análise de Custo e Desempenho.

LOCAL: Sala 109 (CTG)

DATA: 05/05/2017 **HORÁRIO DE INÍCIO:** 11:30.

Em sessão pública, após exposição de cerca de 30 minutos, o(s) candidato(s) foi (foram) arguido(s) oralmente pelos membros da banca com NOTA: 9,0 (deixar 'Exame Final', quando for o caso).

1) (x) aprovado(s) (nota $\geq 7,0$), pois foi demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização no tema da monografia e o texto do trabalho aceito.

As revisões observadas pela banca examinadora deverão ser corrigidas e verificadas pelo orientador no prazo máximo de 30 dias (o verso da folha da ata poderá ser utilizado para pontuar revisões).

O trabalho com nota no seguinte intervalo, **$3,0 \leq \text{nota} < 7,0$** , será reapresentado, gerando-se uma nota ata; sendo o trabalho aprovado na reapresentação, o aluno será considerado **aprovado com exame final**.

2) () reprovado(s). (nota $< 3,0$)

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da banca e pelo(s) candidato(s).

Recife, 05 de maio de 2017

Orientador:

Avaliador 1:

Avaliador 2:

Candidato 1:

Candidato 2:

*Dedicamos este trabalho aos nossos pais, que sempre nos apoiaram e incentivaram para o
nosso crescimento profissional.*

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter nos dado saúde e força para superar as dificuldades.

Aos nossos pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional, porque sem eles não chegaríamos até aqui.

À Universidade Federal de Pernambuco, seu corpo docente, direção e administração que nos deram essa oportunidade.

RESUMO

A utilização da alvenaria em bloco de gesso como uma opção para vedação vertical interna vem surgindo como uma opção progressivamente mais viável em substituição dos métodos mais tradicionais. No entanto, ainda há no Brasil uma falta de conhecimento a respeito da utilização do gesso, mesmo sendo um dos mais antigos materiais de construção utilizado pelo homem. Dentro desse contexto, esse trabalho sintetiza o conhecimento existente acerca do método construtivo e também analisa o desempenho da vedação em blocos de gesso. A metodologia do trabalho consistiu em apresentar uma visão geral da utilização do gesso, descrever o método construtivo da modalidade e caracterizar os equipamentos, instrumentos e ferramentas utilizadas para execução da alvenaria. Em seguida, é apresentado um estudo de caso, visando expor a produtividade e custo necessário para execução da alvenaria em bloco de gesso. Este trabalho tem por objetivo expandir o conhecimento a respeito do método e também estimular o desenvolvimento da vedação vertical interna com blocos de gesso.

Palavras-chaves: Bloco de Gesso. Vedação Vertical. Alvenaria.

ABSTRACT

The use of gypsum block as an option for internal vertical sealing is emerging as a progressively more viable option instead of more traditional methods. However, there is still a lack of knowledge about the use of gypsum in Brazil, even though it is one of the oldest building materials used by man. Within this context, this work synthesizes the existing knowledge about the construction method and analyzes the performance of the vertical sealing. The methodology of this paper is to present an overview of the use of gypsum, describe the constructive method of the modality and to characterize the equipment, instruments and tools used for the execution of the vertical sealing using gypsum block. Then, a case study is presented, aiming at exposing the productivity and cost required for the execution of gypsum block wall. This work aims to expand knowledge about the method and also stimulate the development of the internal vertical walls using gypsum blocks.

Keywords: Gypsum Block. Vertical Seal. Masonry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipos de bloco de gesso.....	17
Figura 2 – Parede em bloco de gesso.....	18
Figura 3 –Paredes chapiscadas no trecho que terá contato com a alvenaria.....	19
Figura 4 - Linha de eixo da estrutura para marcação das alvenarias internas.....	20
Figura 5 - Linha de eixo da estrutura para marcação das alvenarias internas.....	20
Figura 6 - Marcação das alvenarias em bloco de gesso.....	20
Figura 7 -Preparação do gesso cola através do misturador eletromecânico	21
Figura 8 - Detalhe encontro amarração cruzada.....	21
Figura 9 - Detalhe encontro amarração alternada.....	21
Figura 10 - Aplicação da tela de poliéster no encontro entre bloco de gesso e alvenaria externa.....	22
Figura 11 - Conferência de prumo das alvenarias em bloco de gesso.....	22
Figura 12 - Transpasse das vergas das portas nos blocos de gesso.....	22
Figura 13 - Encunhamento das alvenarias em bloco de gesso nas lajes.....	23
Figura 14 - Encunhamento das alvenarias em bloco de gesso nas lajes.....	23
Figura 15 - Furação da laje antes do assentamento do bloco para a passagem das instalações.....	23
Figura 16 – Fotos de equipamentos utilizados (Serra Circular)	24
Figura 17 – Fotos de equipamentos utilizados (Espátulas)	24
Figura 18 – Fotos de equipamentos utilizados (Escova)	24
Figura 19 – Fotos de equipamentos utilizados (Esquadro)	24
Figura 20 – Fotos de equipamentos utilizados (Fio Trançado)	24
Figura 21 – Fotos de equipamentos utilizados (Martelo de Borracha)	24
Figura 22 – Fotos de equipamentos utilizados (Misturador de gesso cola)	24
Figura 23 -Esquema de mão francesa para ensaios de peças suspensas.....	27
Figura 24 –Vista geral do condomínio em estudo.....	30
Figura 25 - Planta baixa do projeto de alvenaria em bloco de gesso.....	31
Figura 26 - Planta baixa do projeto destacando a locação da parede 06.....	32
Figura 27 - Elevação da parede 06.....	33
Figura 28 - Detalhe tela de poliéster no encontro da alvenaria.....	33

Figura 29 - Detalhe passagem de eletroduto pelos alvéolos de gesso.....	33
Figura 30 - Rasgos na alvenaria para passagem das tubulações para os quadros elétricos e de conectividade.....	34
Figura 31 - Ensaio de impacto de corpo mole.....	35
Figura 32 - Esquema do impacto de corpo mole.....	35
Figura 33 - Vista geral das mossas provocadas pelos impactos de corpo duro na vedação vertical.....	37
Figura 34 - Vista geral da porta 1.....	38
Figura 35 - Vista geral da porta 2.....	38
Figura 36 - Vista geral da porta 3.....	38
Figura 37 - Falhas no ensaio de fechamento na porta 3.....	39
Figura 38 - Falhas no ensaio de fechamento na porta 3.....	39
Figura 39 - Final do ensaio de carga suspensa utilizando mão francesa padrão com carregamento de 120kg.....	40
Figura 41 - Planta baixa do projeto de alvenaria do pavimento tipo – identificando os tipos de vedações empregadas.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das vedações.....	15
Tabela 2 - Materiais utilizados para execução da alvenaria em bloco de gesso.....	24
Tabela 3 - Critérios de desempenho para impacto de corpo mole.....	25
Tabela 4 - Critérios de desempenho para impacto de corpo duro.....	26
Tabela 5 - Critério de desempenho para solicitações de acordo com as cargas suspensas.....	27
Tabela 6 - Valores Mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, DnT_w , entre ambientes.....	29
Tabela 7 - Detalhe da vedação vertical ensaiada em campo.....	34
Tabela 8 - Ensaios executados e métodos adotados.....	35
Tabela 9 - Análise dos resultados de impacto a corpo mole.....	36
Tabela 10 - Análise dos resultados de impacto de corpo duro.....	37
Tabela 11 – Análise dos resultados de fechamento brusco para os sistemas de portas.....	38
Tabela 12 -Análise dos resultados de impacto de corpo mole para os sistemas de portas.....	39
Tabela 13 - Custo para montagem e acabamento da alvenaria em bloco de gesso cotado pela empresa x.....	41
Tabela 14 – Levantamento de áreas de acordo com o tipo de bloco utilizado nas vedações do apartamento.....	42
Tabela 15 - Análise do custo total da aplicação da vedação em bloco de gesso.....	43
Tabela 16 - Custo total para aplicação e fornecimento de tela de poliéster cotado com a empresa x.....	43
Tabela 17 - Custos gerados por serviços diversos na vedação em bloco de gesso.....	44
Tabela 18 -Índice de produtividade.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;

NBR – Norma Brasileira;

PUR – Poliuretano reativo;

SVVIE – Sistema de vedações verticais internas e externas;

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO.....	13
1.2 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS.....	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA.....	15
2.1.1 Classificação das vedações.....	15
2.2 ALVENARIA EM BLOCO DE GESSO.....	17
2.2.1 Método Construtivo.....	19
2.2.2 Equipamentos, insumos e instalações envolvidas	24
2.3 REQUISITOS E CRITÉRIOS DE DESEMPENHO DA VEDAÇÃO VERTICAL.....	24
2.3.1 Desempenho estrutural.....	25
2.3.1.1 <i>Impacto de corpo mole.....</i>	25
2.3.1.2 <i>Ações transmitidas por portas.....</i>	26
2.3.1.3 <i>Impacto de corpo duro incidente nos SVVIE sem função estrutural.....</i>	26
2.3.1.4 <i>Resistência às solicitações de cargas de peças suspensas.....</i>	26
2.3.2 Desempenho acústico.....	28
2.3.3 Estanqueidade.....	29
2.3.4 Desempenho Térmico.....	29
3 ESTUDO DE CASO.....	30
3.1 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	31
3.2 ENSAIOS REALIZADOS EM OBRA.....	34
3.2.1 Impacto de corpo mole.....	35
3.2.2 Impacto de corpo duro.....	37
3.2.3 Ações transmitidas por portas.....	37
3.2.4 Resistência às solicitações de cargas de peças suspensas.....	39
3.2.5 Estanqueidade.....	40
4 RESULTADOS.....	41
4.1 CUSTOS	41
4.2 PRODUTIVIDADE.....	44
5 CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

O trabalho a seguir propõe uma visão mais abrangente a respeito do sistema de vedação vertical interna utilizando o bloco de gesso.

A engenharia civil está sempre em busca de novos métodos construtivos que proporcionem uma diminuição no tempo de execução e, principalmente, no custo de uma obra, sem negligenciar a qualidade do serviço executado, afim de satisfazer a todos, construtores, empreendedores, proprietários, consumidor final, entre outros.

Para implantar uma nova tecnologia com qualidade na construção, é necessário um estudo preliminar com análise de projetos, realização de orçamentos e pesquisas aprofundadas sobre o método construtivo e sobre o uso específico do produto e do sistema.

A comparação com outros sistemas já utilizados é capaz de identificar as vantagens e desvantagens e, com isso, escolher se é viável ou não a aplicação na obra.

Alvenaria em bloco de gesso é uma opção inovadora na área de vedação vertical. Quando executadas com os procedimentos padrões exigidos, ela traz vantagens quando comparado com métodos de vedações convencionais. A maior leveza do bloco de gesso proporciona fácil manuseio e reduz a sobrecarga, causando uma economia na parte estrutural. Aumento de área útil é obtido devido a menor espessura da alvenaria de gesso. Diminuição de etapas e do tempo total para recebimento do acabamento são algumas das vantagens observadas na utilização desse sistema.

Apesar de suas vantagens, ainda é pouco utilizada no território brasileiro, muitas vezes o desuso acontece devido à falta de conhecimento técnico sobre projeto e execução.

1.1 Justificativa e motivação

A área de construção civil é o segmento da engenharia que possuímos mais afinidade e, devido a isso, para a escolha do tema buscamos alguma tecnologia relacionado a obra. Nas construções em que trabalhamos foi utilizado alvenaria com bloco de gesso cuja nossa função era de supervisionar tais serviços na obra e participar desde a etapa de desenvolvimento dos projetos até a sua execução em campo. Ao decorrer do processo, verificamos que existia um número limitado de informações disponíveis sobre o assunto e surgiu o interesse em se aprofundar no tema detalhadamente.

A nova técnica do sistema de vedação apresentava muitas vantagens no processo executivo. A rapidez na finalização dos apartamentos e a diminuição das etapas na obra, fez

com que tivéssemos interesse em conhecer todo o método, analisar seus custos e verificar o seu desempenho.

1.2 Objetivos gerais e específicos

O presente trabalho tem como objetivo analisar o sistema de alvenaria em bloco de gesso verificando a sua viabilidade de implantação e o seu desempenho como vedação vertical interna. Como objetivos específicos, pode-se listar:

- Descrever o método construtivo da alvenaria em bloco de gesso;
- Evidenciar os instrumentos e equipamentos utilizados durante a execução;
- Avaliar o desempenho estrutural da vedação através de ensaios;
- Divulgar os custos e a produtividade do método construtivo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Vedação vertical interna

A vedação vertical interna pode ser entendida como sendo um subsistema da construção, que dividem e limitam os ambientes internos, controlando a ação de agentes indesejáveis, como exemplo, o ruído. As funções consideradas secundárias envolvem o suporte e proteção para instalações da obra, quando embutidos, e criar condições de habitabilidade.

A vedação vertical compreende o fechamento propriamente dito (vedos), os revestimentos, as aberturas e esquadrias. Assim, quando se fala em requisitos de desempenho está-se referindo ao desempenho do conjunto. E estes requisitos são exigidos em maior e menor grau de intensidade conforme a posição que a vedação ocupa no edifício.

Para desempenhar tais funções, o subsistema vedação vertical deve apresentar determinadas requisitos de desempenho, dentre os quais se destacam:

- Desempenho estrutural;
- Desempenho acústico;
- Estanqueidade;
- Desempenho térmico;

Tais requisitos serão abordados ao longo do trabalho.

2.1.1 Classificação das vedações:

Assim sendo, as vedações verticais podem ser estudadas sob diversos pontos de vista. Por isso, conforme Sabbatini et al (1988) propõem-se as classificações segundo diferentes enfoques, evidenciados a seguir na tabela 1:

Tabela 1: Classificação das vedações verticais.

Quanto à técnica de Execução	
Por conformação	São as vedações verticais moldadas ou elevadas no próprio local, com o emprego de água, denominada usualmente de “construção úmida” ou “wet construction”. Trata-se das vedações em alvenaria ou de painéis moldados no local;
Por acoplamento a seco	São as vedações verticais montadas a seco, sem a necessidade do emprego de água, usualmente denominadas “construção seca” ou “dry construcion”. Trata-se de vedações produzidas com painéis leves;

Por acoplamento úmido	São as vedações verticais montadas com solidarização com argamassa. Trata-se de vedações, produzidas com elementos pré-moldados ou pré-fabricados de concreto.
Quanto à mobilidade	
Fixas	São as vedações imutáveis, que necessitam receber os acabamentos no local. Em caso de transformação do espaço, os elementos constituintes dificilmente são recuperáveis.
Desmontáveis	São as vedações passíveis de serem desmontadas com pouca degradação. A remontagem irá requerer a reposição de algumas peças e levará mais tempo para a execução dos ajustes necessários.
Removíveis	São as vedações passíveis de serem montadas e desmontadas facilmente, sem degradação dos elementos constituintes. Trata-se de elementos totalmente modulares.
Móveis	Trata-se de divisórias empregadas na simples compartimentação dos ambientes, não estando vinculadas a nenhuma outra parte do edifícios (divisórias baixas).
Quanto à densidade superficial	
Leves	Não estruturais, de densidade superficial baixa, sendo o limite convencional de aproximadamente 100kg/m ² .
Pesadas	Podem ser estruturais ou não, de densidade superficial superior ao limite pré-determinado de aproximadamente 100kg/m ² .
Quanto à estruturação	
Estruturadas	Necessitam de uma estrutura reticular de suporte dos componentes da vedação.
Autoportantes	Não necessitam de uma estrutura de suporte dos componentes da vedação.
Pneumáticas	Sustentadas a partir da injeção de ar comprimido. São de pouco uso atual.
Quanto à continuidade superficial	
Monolíticas	Quando a absorção dos esforços transmitidos à vedação é feita por todo o conjunto dos elementos, que trabalham solidariamente.
Modulares	Quando a absorção dos esforços transmitidos à vedação é feita pelos componentes de modo individual, em função da existência de elementos de juntas.

(Fonte: SABBATINI et al, 1988)

De acordo com a tabela 1, a parede em bloco de gesso pode ser definida como sendo uma vedação vertical utilizada na compartimentação e separação dos espaços internos em edificações, leves, fixas, monolíticas, autoportante e executada por conformação.

2.2 Alvenaria em bloco de gesso

A vedação vertical com bloco de gesso é definida como sendo um conjunto de blocos unidos pelo gesso cola, produto formado pela mistura de gesso e aditivos, que ao ser misturado à água apresenta uma consistência pastosa. São utilizadas colas standard e hidrofugada, de acordo com cada tipo de bloco.

Os blocos de gesso podem ser maciços e vazados, com espessuras de 70mm e 100mm, standard (branco), hidrofugado (azul), reforçado com fibra de vidro (verde) e reforçado com fibra de vidro e hidrofugado (rosa), conforme figura 1.

Figura 1 – Tipos de bloco de gesso.



(Fonte: DATEC,2015)

No Brasil, existem grandes reservas de gesso de alta pureza, com 95% desses depósitos concentrados no noroeste do estado de Pernambuco. Grande parte deste gesso é utilizado para a indústria dental, ortopédica e de construção (MANCINO, 2008). Portanto, a obtenção da matéria prima é realizada facilmente, visto que possuem grandes reservas de gipsita no país.

Os blocos de gesso são pré-moldados de gesso especial, fabricado por processo de moldagem, apresentando acabamento perfeito nas suas superfícies. Assim, os blocos se encaixam perfeitamente e, após a montagem da parede, obtém-se uma superfície plana e pronta para receber o acabamento (GESSO TREVO, 2015).

Devido à tecnologia de fabricação e às características intrínsecas dos materiais utilizados, esse método construtivo é prático, permitindo à obra conveniência, precisão, economia de espaço e permitindo diversas formas de acabamento como colagem de papel, colagem, de fórmica, assentamento de cerâmica e pintura (PERES; BENACHOUR; SANTOS, 2001).

Os blocos apresentam duas faces planas e lisas, o que fazem dispensar o uso de chapisco ou reboco. O produto apresenta alvéolos que diminuem o seu peso, e melhoram o isolamento acústico das paredes e o isolamento térmico, facilitando também a passagem de eletrodutos hidráulicos e elétricos, pela parte interna da parede. Segue abaixo a figura 2, ilustrando uma parede em bloco de gesso.

Figura 2: Parede em bloco de gesso.



A utilização de alvenaria de bloco de gesso mostra também benefício referente a sustentabilidade, visto que causam uma redução em torno de 16% da energia interna incorporada dos materiais utilizados na estrutura, também reduz cerca de 63% da energia elétrica utilizada na mistura e transporte na parte interna do edifício quando comparado ao bloco cerâmico argamassado (ITEP, 2011).

As vedações verticais executadas com esse sistema são exclusivamente de uso interno e não possuem função estrutural. Em relação ao comportamento, a alvenaria em bloco de gesso apresenta alta resistência e rigidez, pois possuem um melhor travamento as movimentações horizontais da estrutura.

Além disso, por serem mais leves sobrecarregam menos a estrutura conduzindo a uma economia em torno de 30% no concreto da fundação e 15% das armaduras da superestrutura (ITEP, 2011).

2.2.1 Método Construtivo

O desenvolvimento construtivo da alvenaria de bloco de gesso é semelhante ao método das alvenarias convencionais, possuindo algumas diferenças em relação ao modo de preparo da superfície que irá receber a vedação.

A execução das vedações verticais em bloco de gesso é realizada após a retirada do escoramento da estrutura. As marcações das alvenarias em bloco de gesso são feitas obedecendo a linha de eixo do projeto de estrutura.

Previamente a execução do bloco de gesso, a alvenaria de periferia, contrapiso e chapisco de estrutura precisam estar concluídos. Também é necessário chapiscar a alvenaria na região de encontro com o bloco de gesso, conforme figura 3.

Figura 3: Paredes chapiscadas no trecho que terá contato com a alvenaria.



No contrapiso pronto são riscadas duas linhas paralelas com afastamento igual a espessura dos blocos, no caso, 70 e 100mm, tal procedimento é conhecido como a marcação da alvenaria, e sua execução pode ser observado nas figuras 4, 5 e 6. Antes da aplicação do gesso deve-se fazer uma limpeza, quando necessária, nas faces que receberão cola com uma escova de nylon para garantir uma perfeita colagem.

A ligação dos blocos de gesso com o piso é feita através da aplicação de gesso cola nos blocos hidrofugados da primeira fiada, sendo a parte fêmea dos blocos sempre posicionada para baixo. Na execução da alvenaria interna, é utilizado o bloco de gesso hidrofugado em toda primeira fiada e em áreas molhadas, nas áreas secas, se utiliza o bloco de gesso standard. Usualmente o uso de blocos de gesso com 10cm de espessura são aplicáveis nas divisões dos apartamentos e nas paredes que se encontram o quadro elétrico e o quadro de conectividade,

para garantir o cobrimento mínimo de 4mm na passagem das tubulações e o encaixe dos quadros elétricos com a parede em bloco de gesso.

Figura 4 e 5: Linha de eixo da estrutura para marcação das alvenarias internas.



Figura 6: Marcação das alvenarias em bloco de gesso.



A preparação do gesso cola é feita in loco através da mistura água e cola de gesso em pó em proporção entre 0,63 e 0,67, apresentando uma consistência pastosa. A homogeneização da mistura é realizada através de um misturador eletromecânico, conforme figura 7, e a união dos blocos é promovida pela aplicação de gesso cola nas suas quatro laterais compondo juntas verticais e horizontais. A cola é aplicada com espátula de forma que, após a batida com martelo ocorra o esborro dela, garantindo assim que seja preenchida toda fenda entre os blocos. O excedente é removido com espátula. A espessura de gesso cola entre os blocos deve ser aproximadamente 2mm.

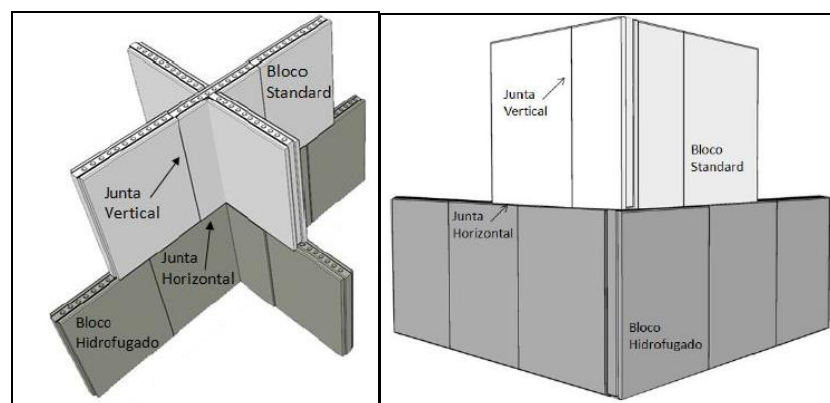
Figura 7: Preparação do gesso cola através do misturador eletromecânico.



A primeira fiada deve começar com a colocação de um bloco de gesso contra uma alvenaria ou pilar tendo sido depositado cola de gesso na parte inferior do bloco, que será colado ao contrapiso e na face vertical que será colado a parede ou pilar. A segunda fiada deve começar sempre no lado que começou a primeira e para garantir a amarração, fazer o desencontro das juntas verticais entre os blocos.

Quando duas paredes se cruzam, a amarração é feita através de transpasse, conforme figura 8, garantindo o espaçamento maior que 15cm em relação aos blocos transpassados. Quando o encontro entre as paredes se dá através de quina a ligação entre elas é realizada por amarração alternada, conforme figura 9. E paredes que encontram outros elementos verticais, deve ser feita uma amarração por colagem aplicando gesso cola e tela de poliéster ao longo do encontro entre os dois elementos, conforme figura 10. A largura mínima da tela de poliéster é de 100mm, sendo utilizado 50mm em cada elemento.

Figura 8 e 9: Detalhe encontro amarração cruzada e encontro amarração alternada, respectivamente.



(Fonte: DATEC, 2015)

Figura 10: Aplicação da tela de poliéster no encontro entre bloco de gesso e alvenaria externa.



Os prumos de esquadro das paredes são verificados pelo profissional na execução das alvenarias a cada dois blocos assentados, vide figura 11.

Figura 11: Conferência de prumo das alvenarias em bloco de gesso.



Para garantir maior rigidez as alvenarias, nos vãos das portas e nos encontros entre as vergas e o bloco de gesso também se utiliza tela de poliéster, conforme figura 12. As vergas devem ter apoios laterais nos blocos de gesso maiores ou iguais a 20cm, sendo sua fixação feita através de gesso cola.

Como as vedações em bloco de gesso são utilizadas apenas para paredes internas, não interface com esquadrias externas. No entanto, caso haja alguma janela interna, as esquadrias devem ser em madeira ou plástico, não sendo permitidas uso de esquadrias em aço.

Figura 12: Transpasse das vergas das portas nos blocos de gesso.



Para o encunhamento das paredes em bloco de gesso com as lajes nervuradas se mantém uma distância entre o topo da vedação e o fundo da laje de 25mm para permitir a amarração com espuma de poliuretano expansível, conforme figuras 13 e 14.

Figura 13 e 14: Encunhamento das alvenarias em bloco de gesso nas lajes.



As instalações elétricas, de telefonia e os drenos de ar condicionado são embutidos nos alvéolos dos blocos de gesso, sendo os drenos executados antes do assentamento das alvenarias. As tubulações devem possuir diâmetros inferiores a 1/3 da espessura do bloco de gesso para que fiquem embutidas nos furos dos mesmos. Isto implica na necessidade de definição, em projeto, da posição adequada dos furos nos blocos, vide figura 15.

Figura 15: Furação da laje antes do assentamento do bloco para a passagem das instalações.



A impermeabilização das áreas molhadas é realizada através da aplicação de argamassa polimérica no contrapiso, sendo aplicada também nas paredes do box do chuveiro até altura de 1,50m.

2.2.2 Equipamentos, insumos e instalações envolvidas

Para a execução da vedação vertical interna com blocos de gesso são utilizados equipamentos simples de uso manual. Os principais equipamentos são:

Tabela 2: Materiais utilizados para execução da alvenaria em bloco de gesso

Misturador de gesso cola;	Martelo de borracha	Serrote	Espátula
Fio de nylon	Fio trançado	Desempenadeira	Escova
Esquadro	Trena	Nível	Prumo

Figura 16, 17, 18, 19, 20, 21 e 22: Fotos dos equipamentos utilizados.



Os insumos necessários para execução das vedações verticais são: os blocos de gesso maciço e vazados com espessuras de 70 mm e 100 mm, gesso cola standard e hidrofugado, água para mistura com a cola e tela de poliéster.

2.3 Requisitos e critérios de desempenho da vedação vertical

A ABNT NBR 15575-4 - 2013 é a norma de desempenho utilizada para estabelecer um padrão de qualidade e seus critérios mínimos que devem ser atendidos nas vedações verticais internas e externas nas edificações, a fim de garantir segurança e conforto aos futuros moradores. A avaliação técnica do sistema construtivo e do seu desempenho deve ser realizado a partir da análise de projetos, ensaios dos materiais em laboratório e avaliação do desempenho das vedações em campo, vistorias de obras em execução e avaliações complementares quando necessário. Esta parte da norma estabelece os requisitos de

desempenho dos sistemas de vedações verticais internas e externas (SVVIE) de edificações habitacionais ou de seus elementos.

2.3.1 Desempenho estrutural

De acordo com a norma NBR 15575– Parte 4 (ABNT, 2013) os requisitos aplicáveis a vedações internas autoportantes são:

2.3.1.1 Impacto de corpo mole

Este requisito avalia a resistência das vedações a uma energia proveniente de um choque com quantidade e sequência de energia preestabelecida. Através de um medidor de deslocamento com extensômetro e paquímetro é possível verificar a amplitude do deslocamento linear sofrido nas vedações que podem ser provenientes de colisões acidentais ou intencionais.

Para a vedação interna em bloco de gesso sem função estrutura, o nível de desempenho é avaliado conforme tabela 3:

Tabela 3: Critérios de desempenho para impacto de corpo mole.

Sistema	Energia de impacto de corpo mole J	Critério de desempenho	Nível de desempenho
Vedação sem função estrutural	240	Não ocorrência de ruína	I; S
	180	São permitidas falhas localizadas	
	120	Não ocorrência de falhas; Limitação da ocorrência de deslocamento: $d_h \leq h/125$; $d_{hr} \leq h/625$	
	60	Não ocorrências de falhas	
	120	Não ocorrência de ruína São admitidas falhas localizadas	M
	60	Não ocorrência de falhas; Limitação da ocorrência de deslocamento: $d_h \leq h/125^a$ $d_{hr} \leq h/625$	

(Fonte: ABNT – NBR15575 – parte 4, 2013)

O estado limite de serviço é caracterizado pela solicitação a partir do qual o sistema de vedação perde parte da sua funcionalidade e durabilidade, exibindo deslocamentos acima dos valores permitidos e a presença de falhas e fissuras. O estado limite último é o estado crítico em que a vedação não atende mais aos critérios de segurança, podendo apresentar riscos de colapso e ruína. Nos ensaios de impacto ao corpo mole o SVVIE não pode sofrer fissuras, rupturas, falhas que possam comprometer o seu sistema.

2.3.1.2 Ações transmitidas por portas

De acordo com a NBR 15575 – 4, o sistema de vedação interna deve apresentar desempenho que atenda os seguintes critérios:

- Quando as portas forem submetidas a dez operações de fechamento brusco, as paredes não devem apresentar falhas, tais como rupturas, fissurações, destacamentos no encontro com o marco, cisalhamento nas regiões de solidarização do marco, destacamentos em juntas entre componentes das paredes e outros;
- Sob ação de um impacto de corpo mole com energia de 240 J, aplicado no centro geométrico da folha de porta, não deve ocorrer arrancamento do marco, nem ruptura ou perda de estabilidade da parede. Admite-se, no contorno do marco, a ocorrência de danos localizados, tais como fissurações e estilhaçamentos;

O ensaio das portas deve ser realizado conforme ABNT NBR 15930-2. O impacto deve ser aplicado no centro geométrico da folha da porta considerando o impacto apenas no sentido de fechamento da porta se tratando de vedações internas.

2.3.1.3 Impacto de corpo duro incidente nos SVVIE sem função estrutural.

Conforme a NBR 15575 – 4, sob ação de impacto de corpo duro, a vedação interna sem função estrutural não deve sofrer ruptura, escamações, traspassamento, delaminações ou qualquer outro tipo de dano, exceto mossas localizadas, quando submetidas as exigências de cargas de acordo com a tabela 4:

Tabela 4: Critérios de desempenho para impacto de corpo duro.

Sistema	Energia de impacto de corpo duro J	Critério de desempenho	Nível de desempenho
Vedação vertical com ou sem função estrutural	2,5	Não ocorrência de falhas	M
	10	Não ocorrência de ruptura e traspassamento	
	2,5	Não ocorrência de falhas Profundidade da mossa $p \leq 2,0$ mm	I; S
	10	Não ocorrência de ruptura e traspassamento	

(Fonte: ABNT – NBR15575 – Parte 4, 2013)

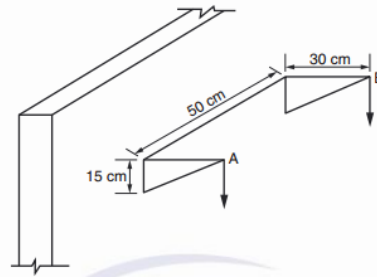
2.3.1.4 Resistência às solicitações de cargas de peças suspensas

Os SVVIE da edificação habitacional, com ou sem função estrutural, sob ação de cargas devidas a peças suspensas, não podem apresentar fissuras, deslocamentos horizontais instantâneos (dh) ou deslocamentos horizontais residuais (dhr), lascamentos ou rupturas, nem

permitir o arrancamento dos dispositivos de fixação nem seu esmagamento (ABNT NBR 15575 – 4, 2013).

Utilizando o dispositivo padrão de fixação a mão francesa do tipo padrão conforme figura 23, temos os critérios de desempenho em função da carga conforme tabela 5.

Figura 23 - Esquema de mão francesa para ensaios de peças suspensas.



(Fonte: ABNT – NBR15575 – Parte 4, 2013)

Tabela 5: Critério de desempenho para solicitações de acordo com as cargas suspensas

Carga de ensaio aplicada em cada ponto kN	Carga de ensaio aplicada na peça kN	Critério de desempenho	Nível de desempenho
0,4	0,8	Ocorrência de fissuras toleráveis. Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h < h/500$ $d_{hr} < h/2\ 500$	M
0,5	1,0	Não ocorrência de fissuras ou destacamentos. Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h < h/500$ $d_{hr} < h/2\ 500$	I
0,6 kN	1,2 kN	Não ocorrência de fissuras ou destacamentos. Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h < h/500$ $d_{hr} < h/2\ 500$	S

(Fonte: ABNT – NBR15575 – Parte 4, 2013)

Podem ser considerados outros tipos de fixação como cantoneira ou outro dispositivo próprio do fabricante de forma a se estabelecer a máxima carga de uso. Conforme a NBR 15575 -Parte 4, para um ensaio de longa duração (24 horas no ensaio), a carga de serviço ou de uso será metade da carga adotada no ensaio. No caso de ensaio com curta duração com aplicação contínua da carga até a ruptura do elemento ou falência do sistema de fixação, a carga de uso ou de serviço é considerada como sendo igual ao menor dos dois valores

seguintes: $1/3$ (um terço) da carga de ruptura, ou a carga que provocar um deslocamento horizontal superior a $h/500$.

2.3.2 Desempenho acústico

De acordo com a norma NBR 15575– Parte 4 (ABNT, 2013) o isolamento acústico é projetado a partir do desempenho acústico dos sistemas compostos de materiais, componentes e elementos, de modo a assegurar o conforto acústico, em termos de níveis de ruído de fundo transmitido via aérea e estrutural, bem como privacidade acústica, em termos de não inteligibilidade à comunicação verbal.

Os Métodos disponíveis para a verificação de acordo com a norma NBR 15575– Parte 4 (ABNT, 2013) são:

- Método de precisão, realizado em laboratório: Este método determina a isolação sonora de componentes e elementos construtivos (parede, janela, porta e outros), fornecendo valores de referência de cálculo para projetos.
- Método de engenharia, realizado em campo: determina, em campo, de forma rigorosa, o isolamento sonoro global entre unidades autônomas e entre uma unidade e áreas comuns, caracterizando de forma direta o comportamento acústico do sistema.
- Método simplificado de campo: Este método permite obter uma estimativa do isolamento sonoro global da vedação externa (conjunto fachada e cobertura, no caso de casas térreas e sobrados, e somente fachada nos edifícios multipiso), do isolamento sonoro global entre recintos internos, em situações onde não se dispõe de instrumentação necessária para medir o tempo de reverberação, ou quando as condições de ruído de fundo não permitem obter este parâmetro.

O sistema de vedação vertical interna deve apresentar desempenho mínimo de diferença padronizada de nível ponderada, $D_{nT,w}$, conforme a tabela 6:

Tabela 6: Valores Mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{nT,w}$, entre ambientes

Elemento	$D_{nT,w}$ [dB]
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório	≥ 40
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório	≥ 45
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos	≥ 40
Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como corredores e escadaria dos pavimentos	≥ 30
Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	≥ 45
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades).	≥ 40

(Fonte: ABNT – NBR15575 – Parte 4, 2013)

2.3.3 Estanqueidade

De acordo com a norma NBR 15575– Parte 4 (ABNT, 2013), as vedações verticais externas e internas não devem permitir a infiltração da água decorrente da ocupação do imóvel através de suas faces quando em contato com áreas molháveis e molhadas.

Quanto a estanqueidade de vedações verticais internas e externas com incidência direta de água (áreas molhadas), a quantidade de água que penetra não deve ser superior a 3 cm³, por um período de 24 h, numa área exposta com dimensões de 34 cm x 16 cm.

Para a estanqueidade de vedações verticais internas e externas em contato com áreas molháveis, não deve ocorrer presença de umidade perceptível nos ambientes contíguos, desde que respeitadas as condições de ocupação e manutenção previstas em projeto e descritas no manual de uso e operação. (ABNT NBR 15575 – 4, 2013).

2.3.4 Desempenho Térmico

A norma brasileira ABNT NBR 15575 – Parte 4 (ABNT, 2013) estabelece os requisitos e critérios para verificação dos níveis mínimos de desempenho térmico apenas para o sistema de vedação vertical externa.

3 ESTUDO DE CASO

As pesquisas bibliográficas permitiram reunir o conhecimento científico e atualizado sobre o desenvolvimento dos projetos e serviços de vedações verticais internas com blocos de gesso, analisando suas particularidades, ensaios e requisitos necessários para a sua execução. Com a pesquisa de campo foi possível observar os fatos tais como ocorrem, verificando desde o desenvolvimento do projeto para a produção até a execução do serviço na obra, permitindo estudar e comparar com as pesquisas bibliográficas usadas como referência.

Como análise dos desempenhos do uso de vedação interna em bloco de gesso, será utilizado um condomínio residencial localizado na Região Metropolitana do Recife.

O condomínio possui 4 torres com 13 pavimentos, totalizando 208 apartamentos com 96,57 m². A construtora oferece 4 opções de planta diferentes em que varia a sua arquitetura interna, como aumento das suítes e remoção de quartos para aumento da sala. Cada pavimento possui 4 apartamentos. O estudo que segue será feito considerando a planta de arquitetura padrão da obra. A mesma possui 3 quartos sendo uma suíte e um banheiro canadense, despensa, sala, cozinha, área de serviço e wc de serviço. Em cada edifício foi utilizado bloco de concreto na alvenaria estrutural e em alguns ambientes internos como escadas, hall social e serviço e também na divisão dos apartamentos. Na vedação interna de cada apartamento foi utilizado apenas bloco de gesso.

Figura 24: Vista geral do condomínio residencial em estudo.

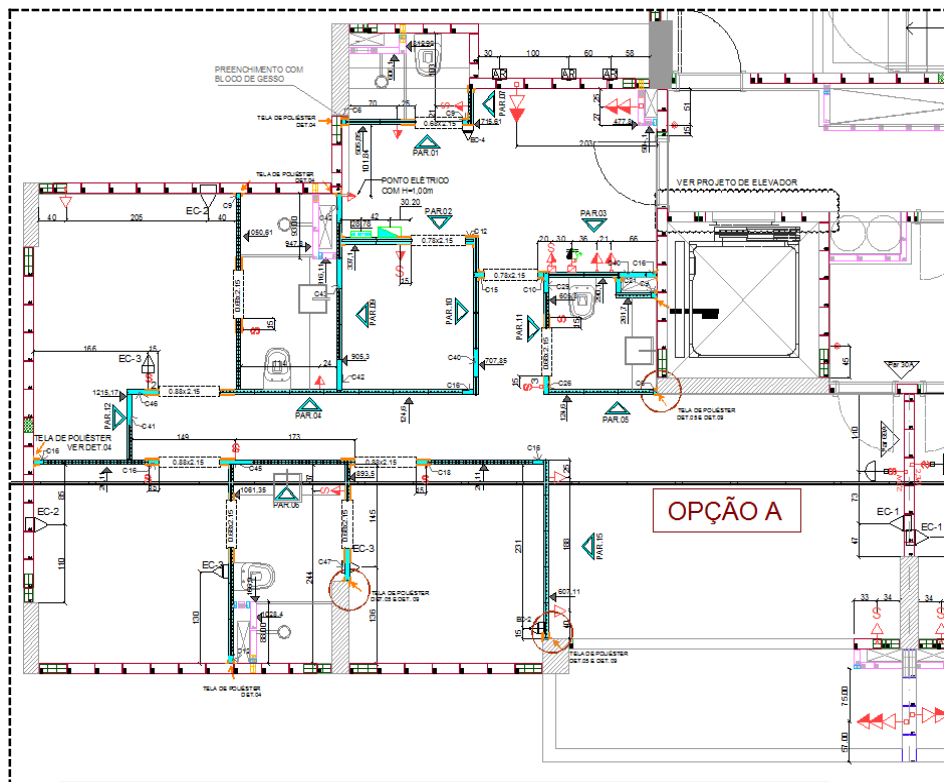


(Fonte: OLX,2017)

3.1 Desenvolvimento de projeto

A elaboração de um projeto com alto nível de qualidade em uma obra está estritamente ligada com a diminuição de custos e no aumento de desempenho da edificação. O relato de todas as complexidades tecnológicas e particularidades do sistema antes da sua execução, provoca um bom resultado na produção. Para aplicação do uso de bloco de gesso é de extrema importância possuir todos os detalhes construtivos. No residencial estudado foi feito um projeto de planta baixa com a marcação da primeira fiada de cada parede e suas respectivas elevações conforme figura 25. Com base nos eixos de referência, e em cotas acumuladas a partir deles, as posições das paredes são marcadas através dos seus eixos. Foi locado também cada ponto elétrico de modo que após executado a parede fosse possível realizar os furos. Toda alvenaria a ser executada possui uma numeração em que é possível identificar a sua elevação e a sua locação em campo;

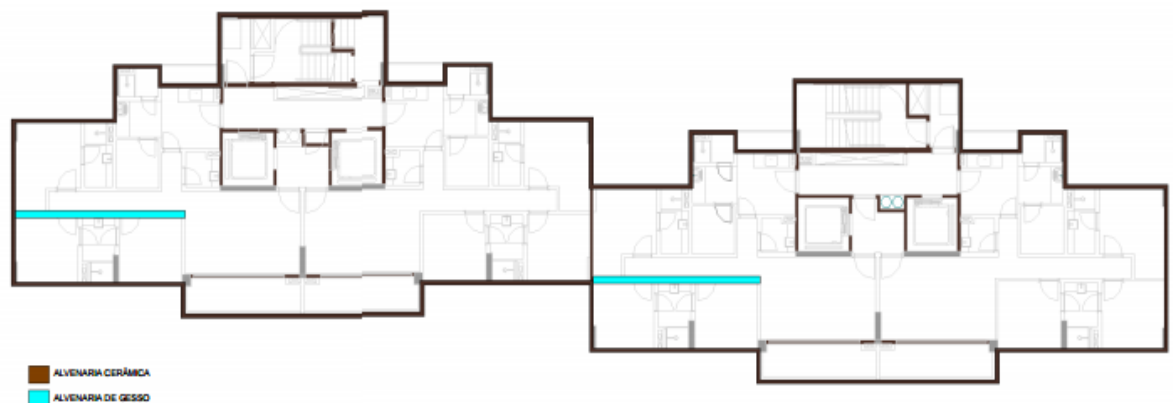
Figura 25: Planta baixa do projeto de alvenaria em bloco de gesso.



que a sobra do bloco cortado possa ser utilizada em outra parede. Esse fato comprova que no processo construtivo a presença do projeto em campo é de extrema importância, pois o mesmo foi desenvolvido para evitar desperdício tanto no aspecto ambiental como também econômico.

A exemplo de elevação com bloco de gesso, a parede 06 do projeto é representada na figura 27. Essa parede se encontra destacada na planta baixa na figura 26 e possui 7,44 m compondo ambientes como um banheiro e duas suítes.

Figura 26: Planta baixa do projeto destacando a localização da parede 06.

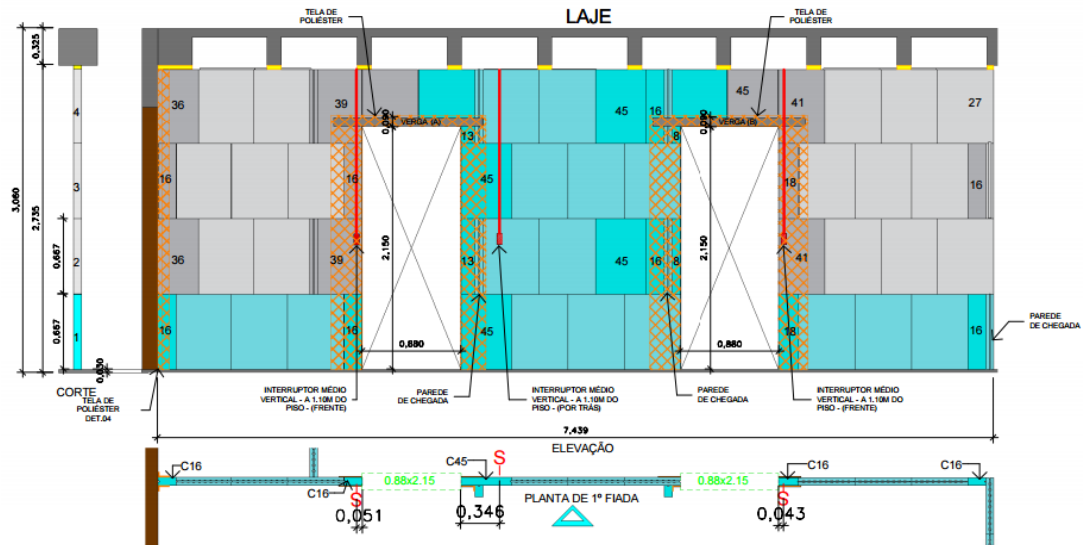


(Fonte: Tecomat, 2017)

Na sua elevação consta detalhes construtivos importantes de serem destacados ao se executar essa vedação. Com o projeto é possível o encarregado da alvenaria verificar:

- 1 - Localização de telas de poliéster em portas e no ponto de encontro com a alvenaria de concreto;
- 2 - Encunhamento das alvenarias com a laje alveolar com o uso de poliuretano;
- 4 – Transpasse de vergas nas portas;
- 5 – Composição dos blocos no decorrer da parede: a primeira fiada é toda composta com bloco hidrofugado; nos quartos a partir da segunda fiada foi utilizado bloco standard; o banheiro foi todo elevado com bloco hidrofugado;
- 6 - Tamanho dos complementos a serem utilizados, ou seja, o tamanho do corte que deverá ser necessário fazer em cada bloco;
- 7 – A presença da parede perpendicular a mesma (parede de chegada) para amarração;
- 8 – Os pontos elétricos existentes;

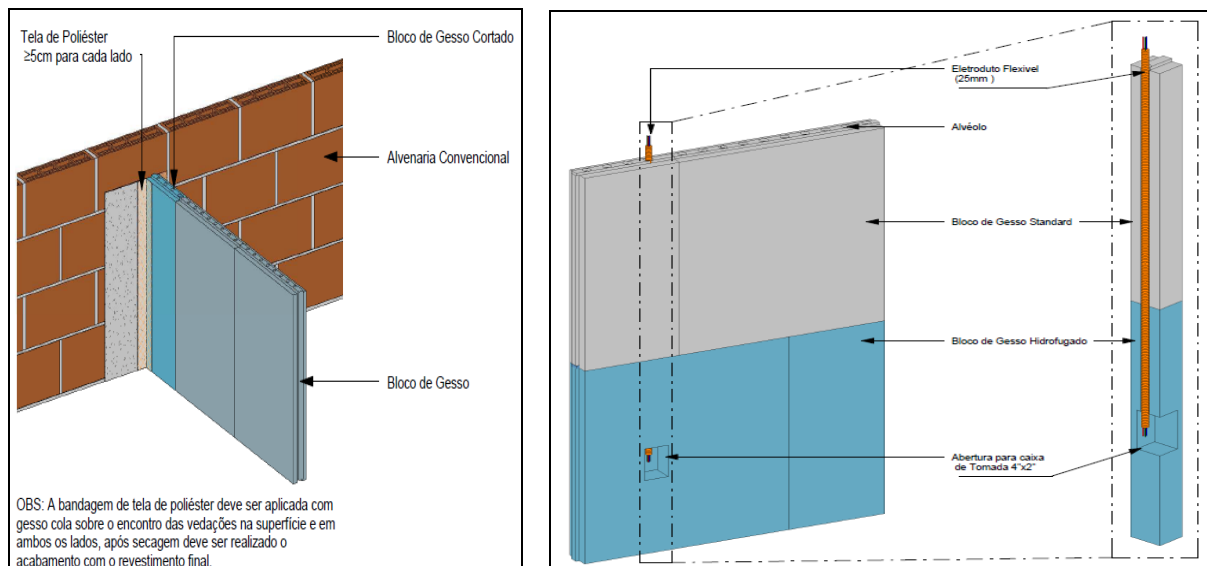
Figura 27: Elevação da parede 06.



(Fonte: Tecomat,2017)

Alguns projetos de detalhes construtivos também são importantes para garantir o entendimento e facilitar na execução como mostra nas figuras 28 e 29.

Figura 28 e 29: Detalhe tela de poliéster no encontro da alvenaria e detalhe passagem de eletroduto pelos alvéolos de gesso respectivamente.



(Fonte: Tecomat,2017)

No projeto, apenas uma parede que possui o quadro elétrico e de conectividade foi adotado com bloco de gesso que contem espessura de 10mm devido ao “rasgo” maior necessário para adaptar a caixa dos mesmos, vide figura 30.

Figura 30: Rasgos na alvenaria para passagem das tubulações para os quadros elétricos e de conectividade.



3.2 Ensaios realizados em obra

Após execução das vedações internas com bloco de gesso, foram realizados alguns ensaios de desempenho estrutural em campo, tais como:

- I. Impacto de corpo mole;
- II. Impacto de corpo duro;
- III. Ações transmitidas por portas;
- IV. Ação de carga suspensa;

Os ensaios foram realizados em vedações com as características conforme tabela 7.

Tabela 7: Detalhe da vedação vertical ensaiada em campo.

USO	Vedação vertical interna sem função estrutural
MATERIAIS	Ecoblocos de gesso vazado (0,67x0,50x0,07) assentados com gesso
INTERFACE PAREDE/PISO	Gesso cola
INTERFACE PAREDE/LAJE ALVEOLAR	Poliuretano expansivo
INTERFACE PAREDE/ESTRUTURA (LATERAL)	Gesso cola e tela de poliéster
FIXAÇÃO DA PORTA	Poliuretano expansivo
ELEMENTOS DE FIXAÇÃO DE PEÇAS SUSPENSAS	Buchas de Nylon de 10mm com parafuso rosca soberba

Os métodos de ensaios adotados para cada avaliar cada desempenho estrutural foram executados conforme normas abaixo citadas na tabela 8.

Tabela 8: Ensaios executados e métodos adotados.

ENSAIO	MÉTODO DE ENSAIO
Resistência a impacto de corpo mole	ABNT NBR 11675:2011
Resistência a impacto de corpo duro	ABNT NBR 15575-4:2013
Ações transmitidas por portas	ABNT NBR 15930-2
Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas (Mão francesa padrão)	ABNT NBR 15575-4:2013

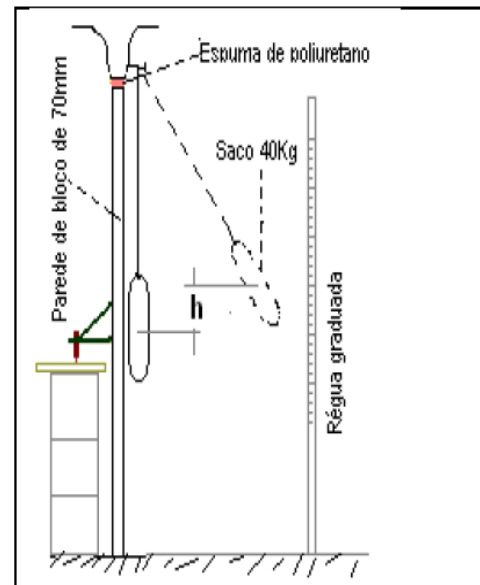
3.2.1 Impacto de corpo mole

O ensaio de corpo mole foi executado utilizando um saco pesando 40Kgf. O mesmo é abandonado em movimento pendular de forma a atingir o corpo de prova com energia de 60J e 120J para atingir os critérios mínimos de acordo com a NBR 15575- Parte 4, conforme esquema apresentado na figura 32. O movimento faz com que o centro de massa do saco coincida com o ponto onde o impacto deve ser aplicado. Os medidores de deslocamentos são instalados na face oposta para medir o deslocamento instantâneo e residual. O ensaio foi realizado em 3 paredes diferentes de modo a ser possível realizar um comparativo de resultados entre as mesmas, conforme figura 31.

Figura 31: Ensaio de impacto de corpo mole.



Figura 32: Esquema do impacto de corpo mole.



(Fonte: ITEP, 2011)

Tabela 9: Análise dos resultados de impacto a corpo mole.

Vedação vertical interna	Energia de impacto de corpo duro (J)	Ocorrências	Avaliação
1	60	Não ocorrência de falhas. Dh = 0,60mm < 22,56 mm Dhr= 0,06 < 4,51mm	Atende em nível mínimo
	120	Não foram observadas falhas	
2	60	Não ocorrência de falhas. Dh = 1,70mm < 21,12 mm Dhr= 0,12 < 4,22mm	Atende em nível mínimo
	120	Não ocorrência de falhas. Dh = 4,10mm < 21,12 mm Dhr= 0,13 < 4,22mm	
	180	Foram observadas algumas fissuras pontuais, mas que não comprometem o estado limite de serviço	
	240	Foram observadas várias fissuras localizadas, próximos à passagem de tubulação e caixas abertas na vedação, além de uma fissura de 45° que transpassou a parede. Houve também um destacamento do gesso na face superior da vedação	
3	60	Não ocorrência de falhas. Dh = 2,20mm < 21,44 mm Dhr= 0,02 < 4,29mm	Atende em nível mínimo
	120	Foram observadas pequenas fissuras, próximo à caixa presente na vedação	

3.2.2 Impacto de corpo duro

O ensaio de impacto de corpo duro se baseia na liberação de uma esfera de aço com um corpo de massa conhecido e determinado conforme NBR 15575 – 4. A uma altura determinada, as esferas são liberadas em movimento pendular gerando energia de impacto de 2,5J e 10J. Para cada energia foram realizados dez impactos em pontos distintos e analisados possíveis falhas e deslocamentos, conforme figura 33. De acordo com os critérios de desempenho, a vedação atendeu ao nível superior, conforme tabela 10, evidenciando os resultados.

Figura 33: Vista geral das mossas provocadas pelos impactos de corpo duro na vedação vertical.



Tabela 10: Análise dos resultados de impacto de corpo duro.

Energia de impacto de corpo duro (J)	Ocorrências	Avaliação
2,5	Não ocorrência de falhas. Profundidade das mossas variou entre 1,0mm e 1,8mm;	Atende ao nível superior
10	Nenhuma ocorrência	

3.2.3 Ação transmitidas por portas

A avaliação de solicitações transmitidas por portas para as vedações foi feita em campo através dos ensaios de fechamento brusco e impacto de corpo mole com energia de 240j na folha da porta. Foram realizados 3 tipos de sistemas de portas:

1. A porta no sistema 1 foi assentada com apenas 3 pontos de poliuretano em cada lateral possuindo 50 cm de distância entre cada ponto, e ausência de poliuretano na face superior, conforme figura 34.
2. A porta no sistema 2 teve preenchimento completo de poliuretano nas suas laterais e ausência na parte superior, conforme figura 35.
3. A porta no sistema 3 foi assentada com 4 pontos de poliuretano em cada lateral com aproximadamente 40 cm de distância entre cada ponto, e ausência na face superior, conforme figura 36.

Figura 34, 35 e 36: Vista geral da porta 1, 2 e 3, respectivamente.



No ensaio foram feitos 10 fechamentos bruscos na porta instalada e os resultados estão evidenciados na tabela 11.

Tabela 11: Análise dos resultados de fechamento brusco para os sistemas de portas.

Ângulo de fechamento (graus)	Força (Kgf)	Sistema de Porta	Ocorrências	Avaliação
60	15	1	Não foram verificados danos visíveis ao sistema porta/marco/parede	Atende ao critério de aceitação
		2		
		3	No 7º impacto, o PUR se desprende da porta em 3 pontos de uma das laterais (3 pontos inferiores) comprometendo a estabilidade da mesma.	Não atende ao critério de aceitação

O fato do sistema de portas com 4 pontos de poliuretano em cada lateral não ter atendido ao critério pode ter ocorrido devido a não limpeza correta da base e a má fixação o PUR na aderência da mesma a porta, conforme figuras 37 e 38.

Figura 37 e 38: Falhas no ensaio de fechamento na porta 3.



Para o impacto de corpo mole foram verificadas as ocorrências listadas na tabela 12.

Tabela 12: Análise dos resultados de impacto de corpo mole para os sistemas de portas.

Peso (Kgf)	Altura (m)	Energia (J)	Sistema de porta	Ocorrências	Avaliação
40	0,6	240	1	O sistema não suportou o impacto de 240j. Em 4 pontos o PU desprende-se da porta, nos outros 2 houve deslocamento de Poliuretano	Não atende ao critério de aceitação
			2	Não foram verificados danos visíveis ao sistema porta/marco/parede	Atende ao critério de aceitação
			3	O sistema não suportou o impacto de 240j.	Não atende ao critério de aceitação

3.2.4 Resistência às solicitações de cargas de peças suspensas

O ensaio de peças suspensas foi executado a mão francesa padrão. Ao realizar o furo na parede com serra copo, o mesmo foi preenchido com gesso cola na proporção de 2,5 de gesso para 1 de água e, logo depois, foi posto a bucha de gesso. Os procedimentos de aplicação desses elementos devem ser descritos no Manual de Uso, Operação e Manutenção (Manual do Proprietário). Ao fato de não ocorrer fissuras ou destacamentos utilizando a carga de 120 kg no instante do ensaio, a mesma foi mantida pelo período de 24 horas e avaliado se houve alguma falha no processo. Como o mesmo atendeu aos critérios da NBR 15575 - 4 obtendo deslocamento instantâneo nulo e residual abaixo do permitido, a vedação atendeu ao

nível superior. A carga de uso utilizando mão francesa padrão será metade da carga suportada, ou seja, 60 kg.

Figura 39: Final do ensaio de carga suspensa utilizando mão francesa padrão com carregamento de 120kg.



3.2.5 Estanqueidade

A avaliação de estanqueidade à água das vedações verticais internas com incidência direta de água (áreas molhadas) é realizada através da análise de projetos e inspeção visual em auditoria de campo. Como o sistema construtivo proposto emprega bloco de gesso hidrofugado nas primeiras fiadas e em áreas molhadas em toda a extensão da parede, os requisitos e critérios de estanqueidade são garantidos.

4 RESULTADOS

4.1 Custos

As mudanças da economia mundial e os reflexos na realidade nacional colocam a redução dos custos como um desafio vital para as construtoras, de modo que a construção civil busca a redução de desperdícios e a realização de uma construção enxuta. Dessa forma, a vedação vertical em bloco de gesso apresenta uma alternativa as alvenarias convencionais (bloco cerâmico ou bloco de concreto) bastante vantajosa, apresentando uma redução significativa no custo, um ganho de produtividade e uma redução nos resíduos gerados durante a construção. Apesar do baixo custo a alvenaria garante a qualidade exigida no produto final e atende as exigências normativas.

Na obra em estudo é possível avaliar os custos envolvidos na construção desse sistema. A princípio, é necessário ser feita a cotação dos materiais e de mão de obra para a execução dessas alvenarias. Na empresa terceirizada x, na qual foi fechada o serviço, os valores na contratação seguem conforme a tabela 13.

Tabela 13: Custo para montagem e acabamento da alvenaria em bloco de gesso cotado pela empresa x.

Item	Serviço	UND	PREÇO UNITÁRIO
1	Montagem em Alvenaria em Bloco de Gesso Stand 100mm, incluindo material	m ²	R\$ 73,38
2	Montagem em Alvenaria em Bloco de Gesso Hidro 100mm, incluindo material	m ²	R\$ 85,40
3	Montagem em Alvenaria em Bloco de Gesso Stand 70mm, incluindo material	m ²	R\$ 55,85
4	Montagem em Alvenaria em Bloco de Gesso Hidro 70mm, incluindo material	m ²	R\$ 60,77
5	Acabamento no bloco de gesso	m ²	R\$ 2,61

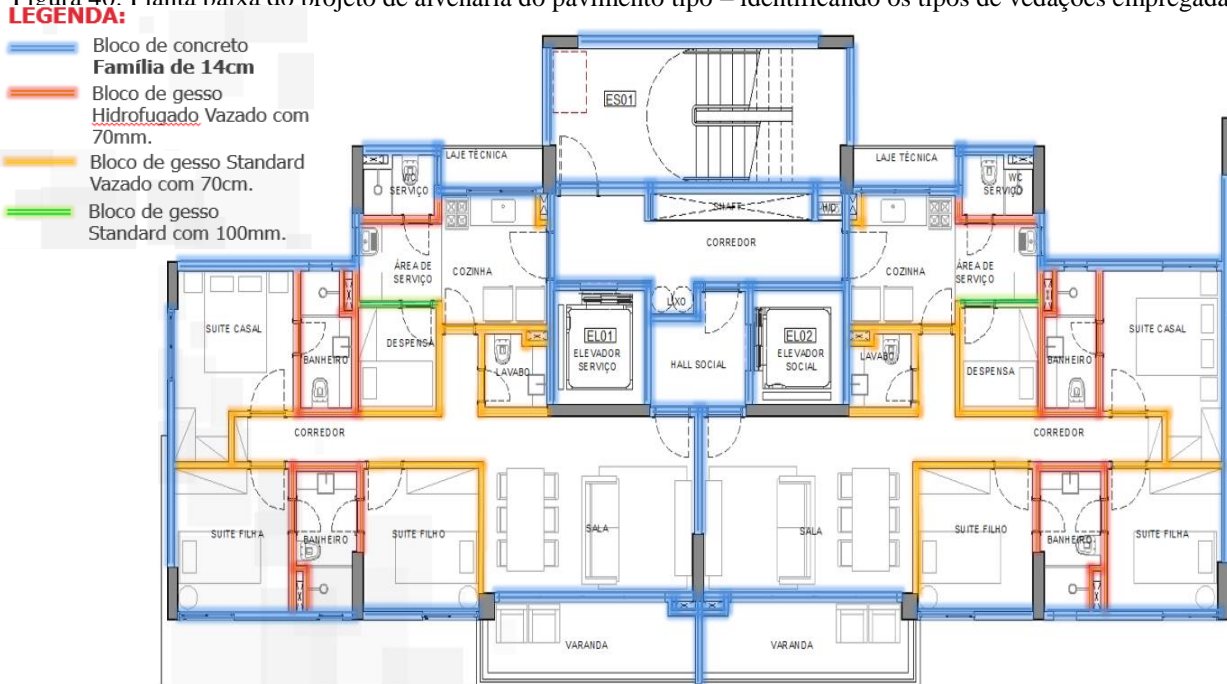
Todos os materiais estão inclusos nos preços contratados: bloco de gesso, cola de gesso, espuma de poliuretano para encunhamento e demais insumos necessários para realização do serviço. A gestão e destinação de resíduos e logística horizontal (garagens e pavimentos) através de paleteiras fica sobre responsabilidade da empresa terceirizada.

Na análise de uma torre com 52 apartamentos do condomínio residencial em estudo, é possível realizar a medição da alvenaria em cada apartamento. No levantamento é considerado:

1. A altura do bloco igual a 0,67m;
2. Altura da parede equivalente a 2,70m;

3. Para áreas molhadas foi utilizado bloco hidrofugado em toda a parede;
4. Apenas na parede que possui o quadro elétrico e de conectividade é utilizado bloco standard de 100 mm;
5. Na medição é descontado a área para disponível para locação das portas.

Figura 40: Planta baixa do projeto de alvenaria do pavimento tipo – identificando os tipos de vedações empregadas.



Com as dimensões de cada parede foi possível verificar a quantidade total de área utilizada com cada tipo de bloco.

Tabela 14: Levantamento de áreas de acordo com o tipo de bloco utilizado nas vedações do apartamento.

	CÓDIGO DA PAREDE	COMPRIMENTO (m)	ALTURA (m)	TAMANHO DE VÃOS	ÁREA HIDROFUGADA (m²)	ÁREA STAND (m²)	ÁREA PAREDE 10 CM HIDROFUGADA (m²)	ÁREA PAREDE 10 CM STANDARD (m²)	ÁREA TOTAL (m²)
LEVANTE DE ALVENARIA PARA 1 APT.	PAR 06	5,60	2,70	1,91	8,35	9,28	-	-	17,63
	PAR 13	2,82	2,70	1,48	7,61		-	-	7,61
	PAR 14	1,67	2,70	1,48	4,51		-	-	4,51
	PAR 15	2,53	2,70	-	1,70	5,14	-	-	6,83
	PAR 05	1,65	2,70	-	4,46		-	-	4,46
	PAR 04	3,16	2,70	-	7,25	6,41		-	13,66
	PAR 10	2,23	2,70	-	1,49	4,53		,	6,02
	PAR 09	2,86	2,70	-	7,72		-	-	7,72
	PAR 12	1,03	2,70	-	0,69	2,09	-	-	2,78
	PAR 01	0,95	2,70	1,48	2,57		-	-	2,57
	PAR 07	1,29	2,70	-	3,48		-	-	3,48
	PAR 03	2,56	2,70	-	6,91		-	-	6,91
	PAR 02	2,05	2,70	1,69			4,12	1,41	5,54

Com o resumo total de área por apartamento, foi verificado o custo total por cada bloco de gesso em um apartamento e, com isso, chega ao custo total por torre.

Tabela 15: Análise do custo total da aplicação da vedação em bloco de gesso.

ESPECIFICAÇÃO	ÁREA TOTAL (m²)	PREÇO
Bloco de Gesso Hidro. 70 mm	56,74	R\$ 3.448,11
Bloco de Gesso Hidro. 100 mm	4,12	R\$ 351,89
Bloco de Gesso Stand 70 mm	27,45	R\$ 1.532,84
Bloco de Gesso Stand 100mm	1,41	R\$ 103,80
Acabamento do gesso	179,44	R\$ 468,34
TOTAL PARA 1 APT.		R\$ 5.904,98
TOTAL PARA 4 TORRES (208 APT.)		R\$ 1.228.236,09

Além do custo do material e da mão de obra, existe o valor gasto com material e aplicação da tela de poliéster nas alvenarias. Com a mesma empresa x foi cotado o valor e fechado o serviço para as 4 torres do condomínio residencial baseado em uma quantidade inicial estimada em obra, conforme os valores da tabela abaixo:

Tabela 16: Custo total para aplicação e fornecimento de tela de poliéster cotado com a empresa x.

ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE ESTIMADA	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1	Aplicação e fornecimento de fita de poliéster telada no encontro de bloco de gesso com vigas e pilares	M	14.291,68	R\$2,71	R\$ 38.730,45
2	Aplicação e fornecimento de fita de poliéster no quadro elétrico	Und	208,00	R\$6,74	R\$ 1.401,92
3	Aplicação e fornecimento de fita de poliéster telada nos pontos do ar condicionado nos dois lados	M	624,00	R\$5,62	R\$ 1.051,44

Para a implantação da alvenaria em bloco de gesso são necessários outros gastos além do material e da mão de obra. Os custos com elaboração de projeto, monitoramento do processo construtivo e os ensaios de desempenho estrutural e caracterização também devem ser considerados no orçamento. Como a empresa estava implantando o uso de vedação interna em bloco de gesso pela primeira vez, o monitoramento técnico foi de extrema importância para a qualidade do produto e adaptação por partes dos integrantes na nova tecnologia de vedação, com isso, foi estimado o acompanhamento por um período longo na obra. Através de

uma empresa terceirizada y, foi realizado a cotação e estimada uma quantidade para cada serviço a ser necessário.

Tabela 17: Custos gerados por serviços diversos na vedação em bloco de gesso.

Item	Descrição dos Serviços	Unidade	Quantidade estimada	Valor unitário	Valor total
1	Elaboração e entrega de projeto executivo de alvenaria em bloco de gesso	1	1	R\$ 6.500,00	R\$ 6.500,00
2	Monitoramento técnico	mês	11	R\$ 5.000,00	R\$ 55.000,00
3	Realização de ensaio de caracterização de bloco de gesso	unidade	20	R\$ 400,00	R\$ 8.000,00
4	Realização de ensaio gesso cola	unidade	20	R\$ 300,00	R\$ 6.000,00
5	Ensaio de desempenho estrutural: impacto de corpo duro	unidade	2	R\$ 1.200,00	R\$ 2.400,00
6	Ensaio de desempenho estrutural: impacto de corpo mole	unidade	2	R\$ 1.000,00	R\$ 2.000,00
7	Ensaio de desempenho estrutural: resistência de peças suspensas	unidade	2	R\$ 2.000,00	R\$ 4.000,00
8	Ensaio de desempenho estrutural: ação transmitidas por portas	unidade	2	R\$ 1.000,00	R\$ 2.000,00
9	Avaliação de desempenho acústico	unidade	2	R\$ 4.800,00	R\$ 9.600,00

A realização dos serviços realizados acima com as quantidades estimadas totaliza o valor de total de R\$95.500,00.

O custo total com material, montagem, ensaios e projetos utilizado para aplicação das alvenarias de bloco de gesso possui um valor parcial até o momento de R\$ 1.364.919,90 reais.

4.2 Produtividade

A produtividade é um indicador de desempenho quantitativo e também um fator redutor do custo horário da mão-de-obra, de forma a ser quantificados através de cronogramas de comparação ou acompanhamento, onde o executável é atualizado diariamente e comparado com o planejado. Esse procedimento fornece uma visão mais global da produtividade dos serviços e ajuda a tomar medidas corretivas ao longo do processo executivo. Avaliando a produtividade da obra em estudo, tem-se quantos dias foram necessários para executar um pavimento completo com bloco de gesso, quantos trabalhadores foram necessários e a quantidade de horas gastos. Considerando que a carga horaria dos trabalhadores é 9 horas de segunda a quinta e na sexta de 8 horas, tem-se o valor médio de 8,8 horas de trabalhador na obra por dia. Com essas horas por dia considerada, se obtém o índice de produtividade, ou seja, em quantas horas são gastas para realizar 1 m² de área.

Tabela 18: Índice de produtividade.

	Dias Trabalhados	Início	Termino	Equipe	Profissionais(HH)	Índice PROD. (HH/M²)	Unidade (m²)
TÉRREO	6	11/jan	18/jan	2 Gesseiros	105,6	0,55	193,14
1º PAV	6	11/jan	18/jan	2 Gesseiros	105,6	0,27	386,28
2º PAV	4	12/jan	17/jan	3 Gesseiros	105,6	0,27	386,28
3º PAV	6	19/jan	26/jan	2 Gesseiros	105,6	0,27	386,28
4º PAV	9	19/jan	31/jan	1 Gesseiro	79,2	0,21	386,28
5º PAV	8	23/jan	01/fev	1 Gesseiro	70,4	0,18	386,28
6º PAV	6	03/fev	10/fev	2 Gesseiros	105,6	0,27	386,28
7º PAV	6	03/fev	10/fev	2 Gesseiros	105,6	0,27	386,28
8º PAV	6	06/fev	13/fev	2 Gesseiros	105,6	0,27	386,28
9º PAV	6	03/fev	10/fev	2 Gesseiros	105,6	0,27	386,28
10º PAV	7	07/fev	15/fev	2 Gesseiros	123,2	0,32	386,28
11º PAV	6	10/fev	17/fev	2 Gesseiros	105,6	0,27	386,28
12º PAV	6	14/fev	21/fev	2 Gesseiros	105,6	0,27	386,28
13º PAV	3	15/fev	17/fev	2 Gesseiros	52,8	0,27	193,14

5 CONCLUSÃO

Ao analisar a evolução do método de bloco de gesso no Brasil principalmente nos últimos anos, percebe-se que o método está migrando de um sistema inovador para um sistema que, devido às suas vantagens, ganha cada vez mais espaço no mercado.

Este trabalho teve como principal objetivo disponibilizar mais informações acerca da alvenaria de bloco de gesso. Com o atual cenário da construção civil no país, onde houve uma significativa redução no setor de desenvolvimento imobiliário, se faz necessário melhorar a qualidade do produto final, para estimular os consumidores, e ainda assim reduzir custos. Métodos inovadores devem ser estudados e utilizados para gerar a redução dos custos e aumento da eficiência, e informação a respeito deles deve ser compartilhada.

As vantagens técnicas, econômicas e ambientais são significativas podendo ser considerada uma alternativa viável para utilização deste sistema na obra de edifícios habitacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 11675_2011 – Divisórias leves internas moduladas – Verificação da resistência aos impactos.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 15575-4_2013 - Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 15930-2_2011 – Porta de madeira para edificações – Requisitos Parte 2.

BORGES, C. A. M. **O Conceito de Desempenho das Vedações e sua Importância para o Setor da Construção Civil no Brasil**. 2008. 246 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

CIARLINI, A.G.C.; PINTO, D.C.; OSÓRIO, *et al.* **Gesso: tecnologia que reduz cargas e custos na construção civil**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Paulo–SP. 2005.

CONSTRUFACILRJ. **Gesso na construção civil: vantagens e desvantagens**. Disponível em: <<https://construfacilrj.com.br/gesso-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

GESSOTREVO. **Gesso Bloco**. Disponível em: <http://www.gessotrevo.com.br/gesso_bloco.php>. Acesso em: 3 jul. 2016.

MINISTÉRIO DAS CIDADES – Secretaria Nacional de Habitação – **SNH/ Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat - PBQP-H/ Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de produtos inovadores** – SINAT Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos – DIRETRIZ SINAT 008: <Vedações verticais internas em alvenaria não estrutural de blocos de gesso>. Brasília(DF), dezembro 2012, 32 páginas.

NEVES, M. L. R. **Método Construtivo de Vedação Vertical Interna com Blocos de Gesso**. 2011. 149p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco. Recife, 2011.

PERES, Luciano; BENACHOUR, Mohand; SANTOS, Valdemir A. Dos. **Gesso: produção e utilização na construção civil**. Recife: Bagaço, 2001. 166 p.

REVISTA EDIFICAR – **Bloco de gesso é alternativa eficiente para paredes internas numa edificação**. Disponível em: <<https://revistaedificar.com.br/noticias/bloco-de-gesso-e-alternativa-eficiente-para-paredes-internas-numa-edificacao/>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

SABBATINI, F. H et al. **Desenvolvimento tecnológico de métodos construtivos para alvenaria e revestimentos: recomendações para construção de paredes de vedação em alvenaria**. São Paulo, 1988.

SENALDR.PE. **Manual do Aplicador de Gesso**. Recife, SENALPE/DITEC, 2003.

SILVA JR, O. J. **Impacto de corpo mole e impacto em porta – Vedações verticais em bloco de gesso.** Relatório de ensaio, TECOMAT. Pernambuco, 2016.

SOBRINHO, C. W. A. P. **Divisórias Internas de Edifícios em Alvenaria de Blocos de Gesso – Vantagens técnicas, econômicas e ambientais.** Artigo, ITEP – Instituto de Tecnologia de Pernambuco. Pernambuco, 2011.

SUPERGESSO. **Superbloco: paredes divisórias inteligentes.** Disponível em:

<<http://www.supergesso.com/produtos/construcao-civil/super-bloco/>>. Acesso em: 3 jul. 2016.