



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

MANOEL FELIPE NUNES INOJOSA DE OLIVEIRA

**DESEMPENHO DAS VEDAÇÕES VERTICais INTERNAS COM BLOCOS DE
GESSO DE ACORDO COM A NORMA DE DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES**

Recife
2022

MANOEL FELIPE NUNES INOJOSA DE OLIVEIRA

**DESEMPENHO DAS VEDAÇÕES VERTICais INTERNAS COM BLOCOS DE
GESSO DE ACORDO COM A NORMA DE DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade
Federal de Pernambuco, como requisito parcial
para obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Civil.

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

Recife

2022

Catalogação na fonte:
Bibliotecária Sandra Maria Neri Santiago, CRB-4 / 1267

- O48d Oliveira, Manoel Felipe Nunes Inojosa de.
Desempenho das vedações verticais internas com blocos de gesso de acordo com a norma de desempenho de edificações / Manoel Felipe Nunes Inojosa de Oliveira. – 2022.
48 f.: il., fig., e tabs.
- Orientador: Prof. Dr. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade.
TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Recife, 2022.
Inclui referências e anexos.
1. Engenharia civil. 2. Blocos de gesso. 3. ABNT NBR 15.575. 4. Desempenho. 5. SVVI. I. Andrade, Tibério Wanderley Correia de Oliveira (Orientador). II. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2022-247

MANOEL FELIPE NUNES INOJOSA DE OLIVEIRA

**DESEMPENHO DAS VEDAÇÕES VERTICais INTERNAS COM BLOCOS DE
GESSO DE ACORDO COM A NORMA DE DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade
Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia
e Geociências, como requisito parcial para
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia
Civil.

Aprovado em: 20/04/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Rubens Dantas (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Mestre João Ribeiro de Carvalho (Examinador Externo)
Centro Universitário FBV Wyden

AGRADECIMENTO

Primeiramente, agradeço à Deus, por estar chegando à conclusão de um sonho. Agradeço pelas suas bênçãos e livramentos.

Agradeço a todos os familiares e amigos que estiveram ao meu lado durante a caminhada, me motivando e aconselhando, sempre com companheirismo e amor, deixando menos difícil os piores momentos.

Agradeço a meu pai, **Josias Inojosa de Oliveira Filho**, por ser meu conselheiro, guia e orientador nessa profissão que escolhi. À minha mãe, **Ana Carolina Nunes Inojosa de Oliveira**, minha fortaleza que consegue ser a melhor pessoa desse mundo, sendo a pessoa que mais me conhece. A meus irmãos, **Josias Inojosa de Oliveira Neto**, **David Nunes Inojosa de Oliveira**, **Juliana Nunes Inojosa de Oliveira**, por serem a melhor bagunça da vida, sempre me apoiando e me motivando em todas as atividades por mim exercidas.

Agradeço a **Indústria de Gessos Especiais Ltda. – IGE Ltda.**- por todo apoio no estudo, pelo fornecimento dos ensaios e materiais necessários para a elaboração deste trabalho.

Sou grato pela confiança depositada na proposta de projeto pelo professor **Tibério Andrade**, orientador do trabalho. Obrigado por todo apoio.

Por último, quero agradecer também à **Universidade Federal de Pernambuco** e todo o seu corpo docente, pela importância na minha formação como Engenheiro Civil.

RESUMO

A necessidade de avaliar a qualidade e a segurança dos sistemas construtivos é um dos assuntos mais falados atualmente no mundo da construção civil. A quantidade de construções e sistemas construtivos inovadores vêm aumentando exponencialmente no Brasil, contribuindo muito para a evolução das habitações no país. Porém, tal fato fez com que as atenções se voltassem em torno da qualidade e segurança dos sistemas construtivos, pauta importantíssima tratada pela norma de desempenho de edificações desde o ano de 2008, quando foi publicada sua primeira versão. Essa norma parametriza os padrões de qualidade que cada elemento que compõe uma edificação habitacional brasileira deve ter para ser segura, funcional, acessível, durável e confortável. O Gesso é um material importantíssimo para a construção civil e para a economia do estado de Pernambuco, por isso, neste trabalho de conclusão de curso, o estudo foi voltado para o enquadramento do Sistema de Vedaçāo Vertical Interna (SVVI) de Blocos de Gesso a Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais. Portanto, foi definida a metodologia do estudo a partir da escolha de blocos de gesso específicos para compor os SVVI's como objetos de estudo e posteriormente foram realizados os ensaios de Desempenho Estrutural, Segurança contra Incêndio, Desempenho Acústico e Estanqueidade à água como indica a ABNT NBR 15.575:2021. Após a coleta e análise de todos os dados de ensaio, é possível afirmar que, especificamente, os objetos de estudo ensaiados, atendem aos requisitos da Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais.

Palavras-chave: blocos de gesso; ABNT NBR 15.575; desempenho; SVVI.

ABSTRACT

The need to assess the quality and safety of construction systems is one of the most talked about issues currently in the civil construction world. The amount of buildings and innovative construction systems has been increasing exponentially in Brazil, contributing a lot to the evolution of the residences in the country. However, this fact made lots of attention turn to the quality and safety of construction systems, a very important issue dealt since 2008 with in Brazilian Code for the Performance of Housing Buildings, which parameterizes the quality standards that each element that makes up a Brazilian housing building must have to be safe, functional, affordable, durable and comfortable. Plaster is a very important material for construction and for the economy of the state of Pernambuco, Brazil, so in undergraduate thesis, the study was focused on the framework of the Internal Vertical Sealing System (IVSS) of Plaster Blocks to Performance Standard for Residential Buildings. Therefore, the study methodology was defined choosing specific gypsum blocks to compose the IVSS's as objects of study and later, the Structural Performance, Fire Safety, Acoustic Performance and Water Tightness tests were carried out as indicated by ABNT NBR 15.575:2021. After collecting and analyzing all test data, it is possible to state that, specifically, the tested objects of study comply with the requirements of the Performance Standard for Housing Buildings.

Keywords: plaster blocks; ABNT NBR 15.575; performance; IVSS.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------|--|----|
| Figura 1 - | Comparação do PIB do Brasil com o da Construção Civil Brasileira nos anos de 2004 a 2018 | 11 |
| Figura 2 - | Ilustração da representação em projeto 3D apenas do elemento SVVI na edificação | 14 |
| Figura 3 - | Ilustração do Bloco de Gesso | 16 |
| Figura 4 - | Fotografia de vedações verticais compostas por blocos de gesso, gesso-colá e espuma expansiva de poliuretano | 17 |
| Figura 5 - | Ilustração de Ensaio de Impacto de corpo mole para SVVI's | 19 |
| Figura 6 - | Ilustração de Ensaio de Impacto de corpo duro para SVVI's | 20 |
| Figura 7 - | Ilustração de Ensaio de cargas suspensas em peça mão francesa para SVVI's | 21 |
| Figura 8 - | Ilustração da distribuição dos termopares na face não exposta ao fogo no Teste de Resistência a fogo para SVVI's | 23 |
| Figura 9 - | Ilustração de Ensaio de Estanqueidade contra água para SVVE's | 25 |
| Figura 10 - | Fotografias de Ensaios de desempenho estrutural tipo Mão Francesa Padrão e tipo Cantoneira "L" para SVVI's | 27 |
| Figura 11 - | Fotografias de Ensaios de desempenho estrutural tipo Dispositivo de TV e tipo Dispositivo de Rede para SVVI's | 27 |
| Figura 12 - | Fotografias de Ensaios de desempenho estrutural tipo Impactos Corpo Mole e tipo Impactos Corpo Duro para SVVI's | 28 |
| Figura 13 - | Fotografias de Ensaios de desempenho estrutural tipo Impactos de fechamento brusco de porta e tipo Impactos Corpo mole na folha da porta para SVVI's | 28 |
| Figura 14 - | Fotografia de Ensaio de Resistência ao Fogo para SVVI's | 29 |
| Figura 15 - | Fotografia de Ensaio de desempenho acústico para SVVI's, no momento anterior a entrada do SVVI na Câmara de ensaio | 30 |
| Figura 16 - | Fotografia de Ensaio de Estanqueidade contra água para SVVI's no ITEP | 30 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-------------|--|----|
| Tabela 1 - | Propriedades e Benefícios do gesso extraído no PROAPL 2009 | 15 |
| Tabela 2 - | Resultados Obtidos em ensaio de Desempenho Estrutural em SVVI's de Bloco de Gesso | 35 |
| Tabela 3 - | Resultados Obtidos em ensaio de Resistência ao fogo em SVVI's de Bloco de Gesso | 36 |
| Tabela 4 - | Resultados Obtidos em ensaio de Estanqueidade à Água em SVVI's de Bloco de Gesso | 36 |
| Tabela 5 - | Resultados Obtidos em ensaio de Desempenho Acústico em SVVI's de Bloco de Gesso | 37 |
| Tabela 6 - | Resultados Exigidos para o ensaio de Cargas Suspensas em SVVI's de acordo com cada Nível de desempenho | 40 |
| Tabela 7 - | Resultados Exigidos para o ensaio de Impacto Corpo Mole em SVVI's de acordo com cada Nível de desempenho | 40 |
| Tabela 8 - | Resultados Exigidos para o ensaio de Impacto Corpo Duro em SVVI's de acordo com cada Nível de desempenho | 41 |
| Tabela 9 - | Resultados Exigidos para o ensaio de Estanqueidade à água em SVVE's de acordo com cada Nível de desempenho | 41 |
| Tabela 10 - | Resultados Exigidos para o ensaio de Desempenho Acústico em SVVI's de acordo com cada Nível de desempenho | 41 |

SUMÁRIO

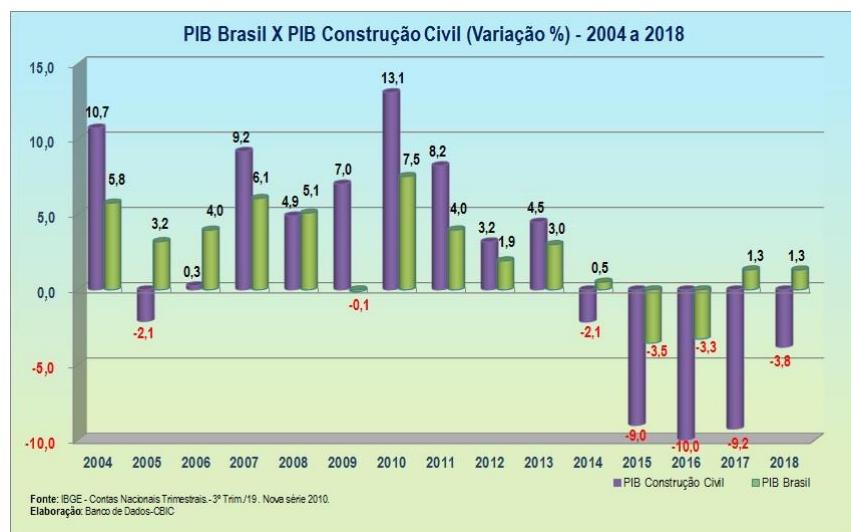
| | | |
|--------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 11 |
| 1.1 | JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO | 12 |
| 1.2 | OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS | 13 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 14 |
| 2.1 | SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA (SVVI) | 14 |
| 2.2 | DIVISÓRIA | 15 |
| 2.3 | GESO | 15 |
| 2.4 | BLOCOS DE GESSO | 16 |
| 2.5 | NORMA DE DESEMPENHO – ABNT NBR 15.575 | 18 |
| 2.6 | TESTES DE DESEMPENHO ESTRUTURAL | 19 |
| 2.6.1 | Ensaio de Resistência ao Impacto de Corpo Mole | 19 |
| 2.6.2 | Ensaio de Resistência ao Impacto de Corpo Duro | 20 |
| 2.6.3 | Ensaios de Capacidade de Suporte para as peças suspensas | 20 |
| 2.6.3.1 | Peça: Mão Francesa | 21 |
| 2.6.3.2 | Peça: Cantoneira “L” | 21 |
| 2.6.3.3 | Peça: Suporte de TV | 21 |
| 2.6.3.4 | Peça: Dispositivo de Rede | 22 |
| 2.6.4 | Ações transmitidas por portas às paredes internas | 22 |
| 2.6.4.1 | Ensaio de fechamento brusco de porta | 22 |
| 2.6.4.2 | Ensaio de impacto de corpo mole na folha da porta | 22 |
| 2.7 | TESTE DE RESISTÊNCIA AO FOGO E A COMBUSTIBILIDADE | 23 |
| 2.8 | TESTE DE DESEMPENHO ACÚSTICO | 23 |
| 2.9 | TESTE DE ESTANQUEIDADE À ÁGUA | 24 |
| 3 | METODOLOGIA | 26 |
| 3.1 | ETAPA 01: DESEMPENHO ESTRUTURAL | 26 |
| 3.2 | ETAPA 02: RESISTÊNCIA AO FOGO E A COMBUSTIBILIDADE | 29 |
| 3.3 | ETAPA 03: DESEMPENHO ACÚSTICO | 29 |
| 3.4 | ETAPA 04: ESTANQUEIDADE | 30 |
| 4 | RESULTADOS ESPERADOS | 31 |
| 4.1 | DESEMPENHO ESTRUTURAL | 31 |
| 4.1.1 | Capacidade de Suporte de Peças Suspensas | 31 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 4.1.2 | Resistencia a Impactos de Corpo Mole, de Corpo Duro e de Ações transmitidas por Portas | 31 |
| 4.2 | SEGURANÇA CONTRA O INCÊNDIO | 32 |
| 4.3 | ESTANQUEIDADE | 32 |
| 4.4 | DESEMPENHO ACÚSTICO | 33 |
| 5 | ANÁLISE DOS RESULTADOS | 34 |
| 5.1 | DESEMPENHO ESTRUTURAL | 34 |
| 5.2 | SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO | 35 |
| 5.3 | ESTANQUEIDADE | 36 |
| 5.4 | DESEMPENHO ACÚSTICO | 36 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 38 |
| | REFERÊNCIAS | 39 |
| | ANEXO A - CRITÉRIOS DE DESEMPENHO EXTRAÍDOS DA ABNT NBR 15.575:2021 | 40 |
| | ANEXO B - MEMORIAL DESCRIPTIVO FORNECIDO PELO FABRICANTE DOS BLOCOS DE GESSO E DA COLA DE GESSO USADOS NOS ENSAIOS E TESTES DO ESTUDO. | 42 |

1 INTRODUÇÃO

A construção civil no Brasil, assim como a economia do país, convive com ciclos de altas e baixas econômicas. Ocorreu, como mostra a Figura 1, o “boom” da construção civil em 2010, com um resultado de 13,1% positivo de variação do PIB, com crescimento econômico até a crise que começou em 2014, tendo um resultado de 2,1% negativo de variação do PIB, chegando a ápice da crise em 2016, com resultado negativo de 10,2% de variação do PIB.

Figura 1 – Comparação do PIB do Brasil com o da Construção Civil Brasileira nos anos de 2004 a 2018



Fonte: IBGE – Contas Nacionais Trimestrais 2019

Com o “boom” da construção, as edificações surgiam em abundância e em evolução. Visto isso, houve uma demasiada necessidade de uma norma brasileira para regulamentar o desempenho das edificações e levar para as construções a importância da qualidade, surgindo assim a primeira edição da ABNT NBR 15.575:2008 com exigibilidade prevista para a partir de 2010. Mesmo não possuindo efeito de lei, a norma técnica é considerada um parâmetro de referência para o poder judiciário em casos relacionados a obras, em outras palavras, atender a norma não é uma opção, mas ela protege quem a cumpre.

Já com a crise a partir de 2015, trouxe para os construtores muito aprendizado, com a necessidade de redução de custos das obras, tornando-se uma questão de sobrevivência para os construtores. Nessa questão de sobrevivência, surge um dilema, como reduzir custos, mantendo ao mesmo tempo o padrão de qualidade parametrizado pela Norma de Desempenho de Edificações. A busca por sistemas construtivos e materiais novos ganhou força no mercado e

um desses sistemas construtivos foram as paredes com blocos de gesso, objeto de estudo desse trabalho acadêmico

Porém, um fato interessante é que o bloco de gesso como vedação interna não é uma novidade ao redor do mundo. É possível ler relatos de que o uso do gesso como paredes internas era comum desde o século 19 na Europa e desde o século 20 nos Estados Unidos da América. Construções antigas na Europa e as próprias esculturas de gesso dentro das pirâmides do Egito datando ao menos 4 mil anos atestam o gesso como um material durável e resistente.

Mesmo seguindo muito a cultura europeia de construção em pedra (o que deu origem aos famosos pedreiros), os brasileiros, em geral, têm muito preconceito com qualquer material feito de gesso na construção. Acreditam que todo material de gesso não é resistente, não tem qualidade e ainda dizem a famosa frase: gesso “derrete” em água. Para contra-argumentar com tais crenças, nada melhor que os fatos que irão conter neste trabalho acadêmico.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Pernambuco é responsável por 97% de toda Gipsita extraída no Brasil, gerando assim muitos empregos e riquezas para o estado. Porém, tal produto sofre muito preconceito em todo país, mesmo sendo muito usado em todo o mundo há bastante tempo.

Para desmistificar tal preconceito com um produto tão importante em meu estado, surgiu a ideia de colocar a vedação vertical interna em blocos de gesso a prova para verificar o atendimento deste elemento da edificação aos requisitos da NBR 15.575:2021 – Norma de Desempenho de Edificações – que vem cada vez mais sendo utilizada como padrão de qualidade.

Além disso, elaborar tal estudo é uma honra e é de grande motivação para mim, pois venho de uma família que se dedica há muito tempo a indústria gesseira, tendo meu avô (Josias Inojosa de Oliveira) e meu pai (Josias Inojosa de Oliveira Filho) como empresários da indústria e atuantes diretos no desenvolvimento do polo gesseiro, sendo ex-presidentes do Sindicato da Indústria do Gesso de Pernambuco (Sindusgesso), e tendo também minha mãe (Ana Carolina Nunes Inojosa de Oliveira), engenheira química atuante na indústria gesseira, como pesquisadora, desenvolvedora de gessos especiais e diretora industrial.

1.2 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo principal analisar e reunir os dados de ensaios da vedação vertical interna em blocos de gesso de acordo com os parâmetros determinados pela Norma de Desempenho de Edificações, a NBR 15.575-2021.

E como objetivos específicos espera-se superar a subjetividade e deixar de lado mitos sem fundamentação teórica do passado, para contra-argumentarmos com dados concretos, o uso do gesso como vedação vertical interna em edificações habitacionais. Além disso, espera-se poder provar que o bloco de gesso atende aos requisitos da Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais como SVVI nos quesitos de Desempenho Estrutural, Segurança contra Incêndio, Desempenho Acústico e Estanqueidade à água.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

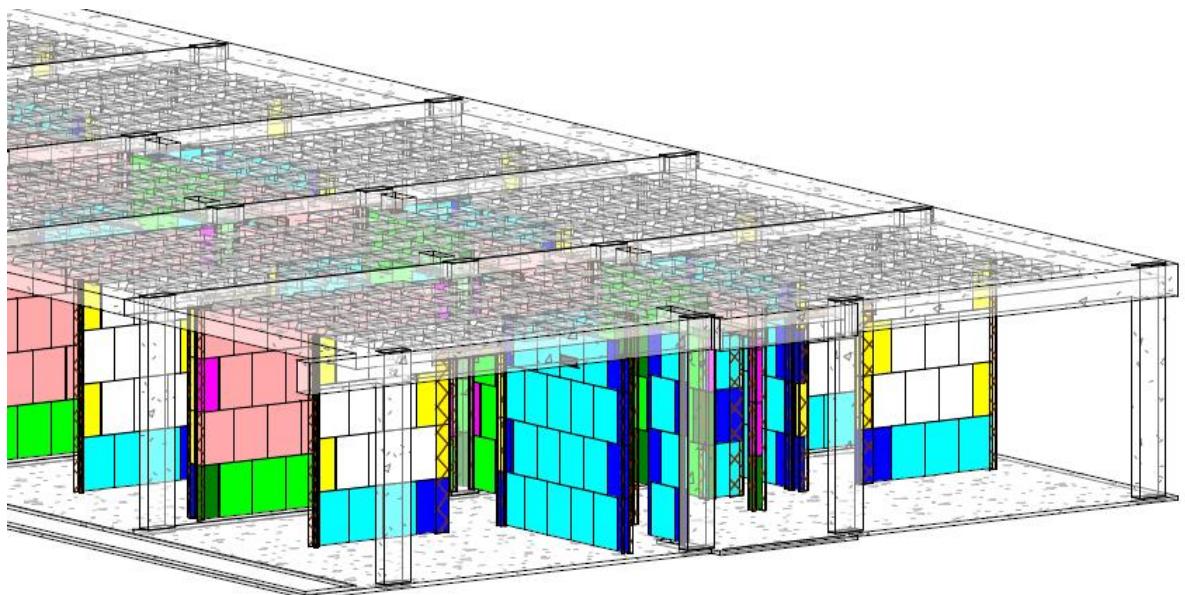
Para a elaboração do presente estudo, foi usado o seguinte referencial teórico listado abaixo.

2.1 SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA (SVVI)

Vedaçāo Vertical pode ser entendida como “subsistema do edifício constituído por elementos que compartmentam, definem os ambientes internos e fornecem proteção lateral e controle contra a ação de agentes indesejáveis” [SABBATINI; FRANCO, 1998].

Como ilustrado na Figura 2, os SVVI’s são elementos verticais de uma edificação que tem a função de delimitar verticalmente ambientes, excluindo as vedações de fachada, as chamadas SVVE’s (Sistema de Vedaçāo Vertical Externa), e criar condições de habitabilidade e conforto aos usuários.

Figura 2 – Ilustração da representação em projeto 3D apenas do elemento SVVI na edificação



Fonte: Projeto executivo de Vedaçāo Interna com autoria da TECOMAT

2.2 DIVISÓRIA

Segundo a norma britânica BS 6100 (BSI, 2008), divisória é uma construção vertical utilizada em ambientes internos e sem função estrutural. Sendo possível definir a Divisória como uma VVI sem função estrutural.

2.3 GESSO

O gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) é um material que é formado pela calcinação (desidratação) de sua única matéria-prima, o minério Gipsita (composto por sulfato de cálcio di-hidratado - $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Tendo diversos usos na indústria da construção civil, na indústria cerâmica, na odontologia, na medicina, na agronomia, até no ramo de joalherias.

O PROAPL (2009) - Programa de Produção e Difusão de Inovações para a Competitividade de Arranjos Produtivos Local do Estado de Pernambuco descreve as propriedades do gesso e seus respectivos benefícios na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Propriedades e Benefícios do gesso extraído no PROAPL 2009

| Propriedades | Benefícios |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Atóxico • Não combustível • Absorção hidrotérmica e liberação de ar úmido • Moldagem e conformação • Fácil uso e instalação | <ul style="list-style-type: none"> • Inofensivo para seres humanos • Uso em proteção contra incêndio • Aumenta conforto na mediação da umidade do ar • Formas esteticamente agradáveis • Produtos e sistemas de baixo custo e de fácil aplicação |

Fonte: Proapl (2009)

Segundo o livro Gesso: produção e utilização na construção civil, 2008, quando misturado com a água, o gesso (em pó), assume as seguintes propriedades:

- O gesso é incombustível, tendo uma ótima capacidade de combater a propagação do fogo e estabilizar a temperatura.
- Higroatividade: Em razão da sua porosidade, os elementos de gesso absorvem uma parte da umidade ambiente, quando está em excesso, e liberam água acumulada em seu interior quando a umidade relativa do ambiente atinge valores desconfortáveis. Regulando assim o teor higrotérmico do ambiente para um valor confortável.
- Isolamento térmico: o gesso possui um baixo coeficiente de condutividade térmica da ordem de $0,25 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ a $0,50\text{W/m}^\circ\text{C}$, sendo, portanto, um elemento que dificulta a propagação de calor.

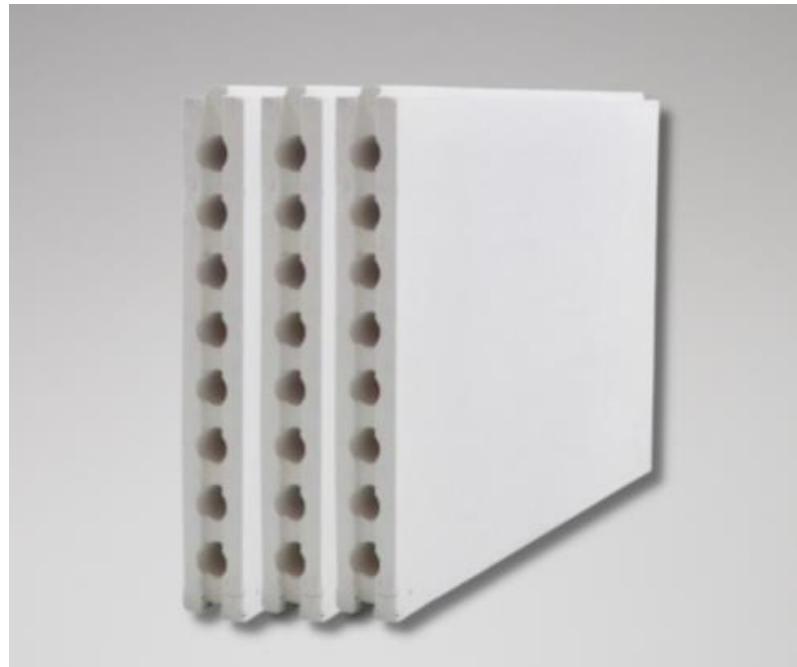
- Comportamento acústico: devido a plasticidade geométrica do material, o gesso elimina todas as possíveis fendas e orifícios por onde o som se propaga, além de possuir facilidade em assumir formas que contribuem para atenuar a reverberação do som em ambientes.

- Reciclagem: o gesso possui três formas de reutilização dos resíduos, sendo elas na própria obra, na produção de gesso sofrendo um processo de rebritagem e calcinação e na produção de gesso agrícola na fertilização de adubos.

2.4 BLOCOS DE GESSO

Segundo a ABNT NBR 16494:2017 – Blocos de Gesso para Vedaçāo Vertical – Requisitos: Bloco de gesso é o componente fabricado industrialmente composto basicamente por gesso, com formato de paralelepípedo, podendo ser maciço e vazado, com superfícies planas e lisas, com encaixes macho e fêmea em lados opostos, como ilustrado na Figura 3 abaixo. A norma afirma que o bloco deve ter comprimento de $666,0 \pm 3,0$ mm e altura de $500,0 \pm 2,0$ mm, com sua espessura variável, porém maior que 50 mm para vedações verticais na construção civil.

Figura 3 – Ilustração do Bloco de Gesso



Fonte: Design importado da internet

Bloco de gesso é o elemento que usado com o Gesso-Cola (que tem a finalidade de garantir uma colagem ideal entre componentes de gesso) e um encunhamento (normalmente com pontos de junta flexível, sendo a espuma expansiva de poliuretano) formam uma vedação vertical como a mostrada na Figura 4 abaixo.

Figura 4 – Fotografia de vedações verticais compostas por blocos de gesso, gesso-cola e espuma expansiva de poliuretano



Fonte: O autor (2022)

Os Blocos podem ser produzidos no modelo Standard, o mais tradicionalmente usado e conhecido, e no modelo Hidrófugo, ideal para áreas molhadas pois sua absorção de água ao mergulhado nela é menor do que 5% do seu peso.

Para esse estudo, foram usados apenas Blocos de Gesso com as espessuras 100mm e 70mm, que são as espessuras mais comumente usadas pelo mercado.

A especificação dos Blocos ensaiados constam no ANEXO A.

2.5 NORMA DE DESEMPENHO – ABNT NBR 15.575

De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), a Norma de Desempenho é o conjunto de requisitos e critérios estabelecidos para uma edificação habitacional e seus sistemas, com base em requisitos do usuário, independentemente da sua forma ou dos materiais constituintes. O documento publicado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) não tem poder de lei, porém é considerada uma referência para o poder judiciário, pois além de estabelecer regras e níveis mínimos de desempenho de uma edificação para garantir o conforto e a segurança de um imóvel residencial, define a responsabilidade do incorporador, do projetista, dos fornecedores de materiais, do construtor e do usuário.

A evolução da Norma de Desempenho acompanha a evolução da construção civil no Brasil. Em 2007, com a Construção Civil em pleno vapor a ABNT NBR 15.575 foi disponibilizada para consulta pública pela primeira vez, tendo sua primeira edição publicada em 2008 com exigibilidade para apenas o ano de 2010. Porém, com grande pressão por parte dos incorporadores, alegando uma mudança brusca com elevados aumentos de custos, a Norma de Desempenho passou a ser exigível apenas em 19 de julho de 2013, já com segunda versão, a ABNT NBR 15.575:2013.

A terceira versão da Norma de Desempenho foi publicada em 2021 com duas emendas: a Emenda 01, que é a emenda do Desempenho Térmico, já em vigor, atualizando os procedimentos de avaliação de desempenho térmico (Simplificado e Simulação Computacional), o detalhamento dos critérios e métodos que se referem ao percentual de abertura para ventilação e elementos transparentes; e a Emenda 02, a emenda do Desempenho Acústico, em vigor apenas em 13 de Março de 2022, com novo método para caracterização acústica do entorno, novos requisitos de desempenho, novos valores de referência e métodos para a estimativa de isolamento acústico.

Até hoje, ainda há alguns embates de todos os âmbitos da construção a respeito da Norma de Desempenho. Em 2016, a CBIC juntamente com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) publicou uma pesquisa mostrando que cerca de 70% dos construtores, incorporadores e projetistas tem bastante dificuldade pela falta de informações sobre os materiais e componentes construtivos. Isso mostra uma oportunidade de mercado, favorecendo a penetração no mercado de novos sistemas construtivos que invistam nas pesquisas e estudos para o atendimento a Norma de Desempenho, tirando assim o sistema construtivo da subjetividade de avaliação do desempenho, como está sendo feito neste presente estudo para o sistema construtivo de Vedações Verticais Internas em Blocos de Gesso.

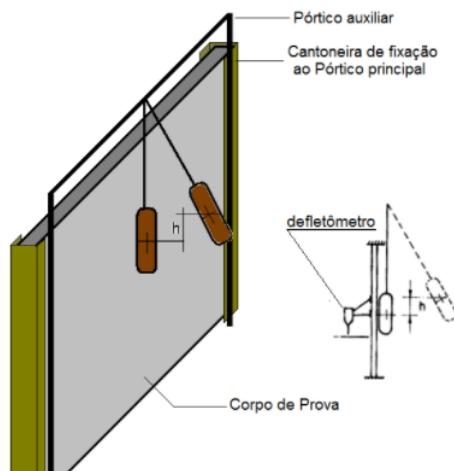
2.6 TESTES DE DESEMPENHOS ESTRUTURAL

Os testes de desempenho estrutural exigidos pela Norma de Desempenho para SVVI's são: ensaios de resistência ao impacto de corpo mole e de corpo duro, ensaios de capacidade de suporte para as peças suspensas e ensaio de ações transmitidas por portas às paredes internas.

2.6.1 Ensaio de Resistência ao Impacto de Corpo Mole

Os ensaios de impactos de corpo mole, ilustrados na Figura 5, consistem basicamente em erguer e liberar contra a vedação vertical, em queda livre e movimento pendular simples, um saco de couro com dimensões especificadas por norma, preenchido com areia e material leve, e peso de 400 ± 4 N.

Figura 5 – Ilustração de Ensaio de Impacto de corpo mole para SVVI's



Fonte: Design importado da internet

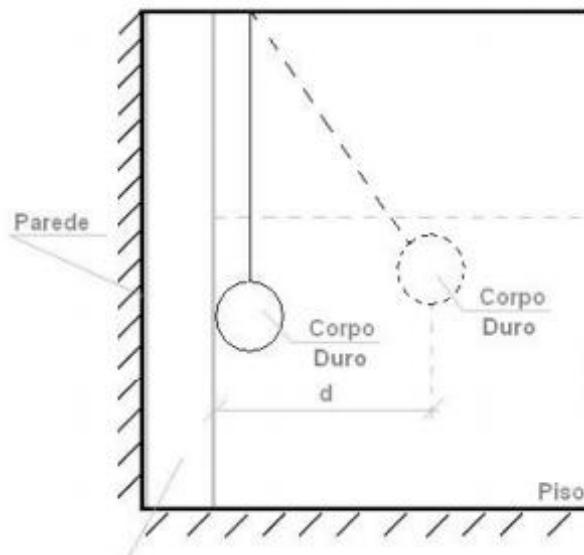
Neste ensaio, o centro de gravidade do saco é posicionado à meia altura da vedação vertical (ponto de impacto) e, afim de atingir energias de impacto de 60J, 120J, 180J, 240J, 360J e 480J, o saco é liberado, respectivamente, das seguintes alturas: 0,15m; 0,30m; 0,45m; 0,60m; 0,90m; 1,20m.

2.6.2 Ensaio de Resistência ao Impacto de Corpo Duro

Os ensaios de resistência aos impactos de corpo duro consistem em erguer e liberar contra a vedação vertical, em queda livre e movimento pendular simples, conforme mostra a figura 6, duas esferas maciças de aço com dimensões especificadas por norma, possuindo a primeira, peso de $5\pm0,05$ N e a segunda $10\pm0,1$ N.

Neste ensaio, a primeira esfera com peso de $5\pm0,05$ N é liberada da altura de 0,5m, em relação ao ponto de impacto, promovendo energia de impacto igual a 2,5J. E a segunda esfera é liberada da altura de 1,0m promovendo uma energia de impacto de 10J.

Figura 6 – Ilustração de Ensaio de Impacto de corpo duro para SVVI's



Fonte: Design importado da internet

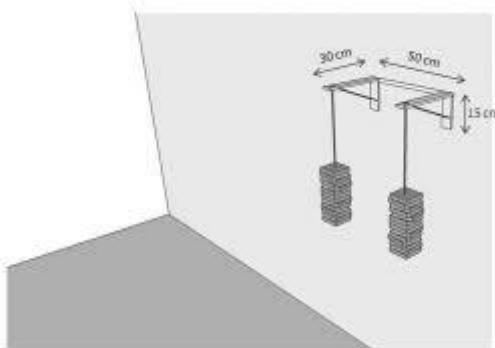
2.6.3 Ensaios de Capacidade de Suporte para as peças suspensas

Os ensaios de capacidade de suporte para peças suspensas podem ser feitos em quatro tipos de peças: Mão Francesa, Cantoneira “L”, Suporte de TV, Dispositivo de rede de dormir.

2.6.3.1 Peça: Mão Francesa

Neste ensaio, deve-se utilizar uma mão francesa padrão conforme é descrito na NBR 15575-4 (ABNT,2021). A aplicação de carregamento neste dispositivo deve ser realizada através de discos de aço contendo 50N, aplicando-os a cada intervalo de três minutos sem golpes, até a máxima carga suportada pelo sistema de fixação e parede. Após 24 horas de carga máxima é verificado visualmente a ocorrência ou não de arrancamento ou escorregamento do sistema de fixação. Este ensaio está representado pela Figura 7 abaixo.

Figura 7 – Ilustração de Ensaio de cargas suspensas em peça mão francesa para SVVI's



Fonte: Design importado da internet

2.6.3.2 Peça: Cantoneira “L”

Para a realização do ensaio é utilizada uma cantoneira L, com lados de comprimento igual a 100mm e largura igual a 25mm, conforme indicado na NBR 15575-4 (ABNT,2021).

O carregamento no dispositivo é realizado aplicando-se cargas de 50N, sem golpes e respeitando o intervalo de três minutos entre cada carregamento, até a carga máxima suportada pelo sistema de fixação.

2.6.3.3 Peça: Suporte de TV

A NBR 15.575-4 (ABNT, 2021) estabelece que para dispositivos específicos deve-se adotar os dispositivos preconizados pelo fabricante ou fornecedor e não estabelece critérios para avaliação de desempenho.

Para o dispositivo Suporte de TV, neste presente estudo, foi utilizado um suporte com dois dispositivos. Segundo o fabricante, a carga máxima do suporte é de 100kg (50kg em cada dispositivo).

2.6.3.4 Peça: Dispositivo de Rede

Para a realização deste ensaio é utilizado um dispositivo de rede de dormir. A NBR 15575-4 (ABNT, 2021) estabelece que o equipamento deve suportar a carga de uso de 2KN. O carregamento no dispositivo de rede de dormir é realizado aplicando-se cargas de 50N, sem golpes e respeitando o intervalo de três minutos entre cada carregamento, até atingir a carga de 2KN.

2.6.4 Ações transmitidas por portas às paredes internas

A avaliação das solicitações de ações transmitidas por impacto nas portas é realizada a partir dos ensaios de fechamento brusco e impacto corpo mole na folha da porta.

2.6.4.1 Ensaio de fechamento brusco de porta

Este ensaio de fechamento brusco de porta é realizado no sistema de porta utilizando equipamentos de acordo com as solicitações e recomendações normativas. Para movimentar a porta é utilizado, com distanciamento de um metro da porta, um suporte metálico com roldana e cabo de aço, ambos acionados por conjuntos de contrapeso.

O procedimento consiste em manter a porta aberta num ângulo de 60° com o plano do batente e aplicar ao cabo de aço uma força de 15kgf, de forma a provocar seu fechamento de forma abrupta. Após dez operações de fechamento brusco verifica-se falhas, rupturas ou fissuras no sistema VVI-Porta.

2.6.4.2 Ensaio de impacto de corpo mole na folha da porta

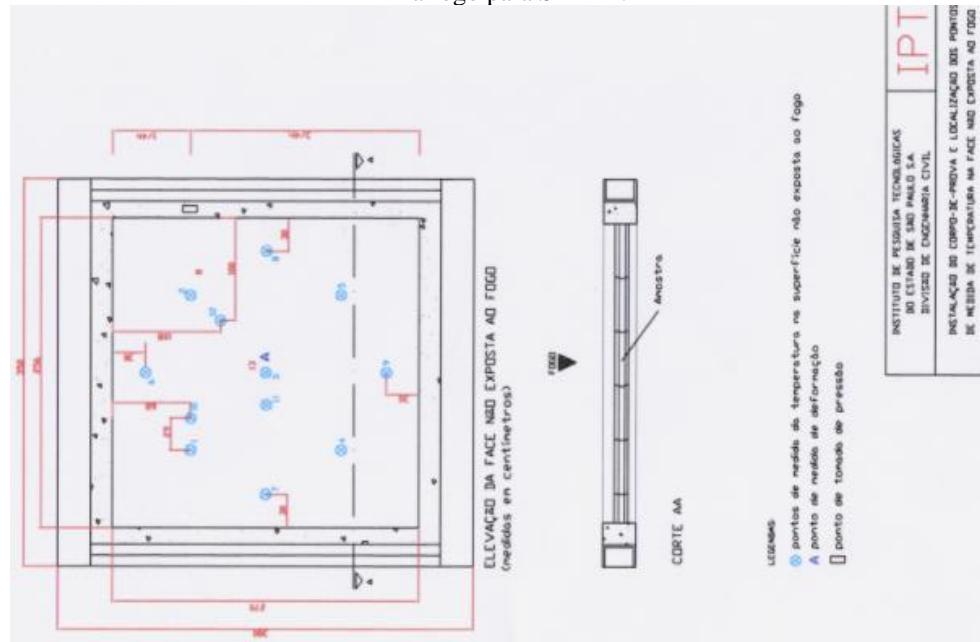
Este ensaio deve ser realizado liberando da altura de 0,80m, em queda livre e movimento pendular simples, um saco de couro com peso de 30 kg, produzindo um impacto com energia de 240J. Após o impacto é verificado a existência de fissuras, destacamentos, arrancamento ou quaisquer outros danos visíveis.

2.7 TESTE DE RESISTÊNCIA AO FOGO E A COMBUSTIBILIDADE

O ensaio de Resistência ao fogo é realizado seguindo procedimentos descritos na NBR 10636 colocando uma VVI com uma face em contato com o fogo de um forno, com dimensões normativas, e a outra face em condições normais de ambiente. São colocados termopares (medidores de temperatura) dentro do forno a 10 cm da face do corpo de prova, distribuídos de forma estratégica como mostrado na Figura 8, assim como são colocados termopares na face não exposta ao fogo.

Após acionado o forno, é registrado a temperatura na face não exposta ao fogo e próximo a face exposta ao fogo a cada intervalo de 5 minutos. Caso o material se mostre incombustível, que é o caso de blocos de gesso por exemplo, é realizado choque mecânico contra a vedação após determinado tempo para ser definido o grau corta-fogo do sistema caso o mesmo permaneça estanque.

Figura 8 – Ilustração da distribuição dos termopares na face não exposta ao fogo no Teste de Resistência a fogo para SVVI's.



Fonte: IPT (RE 906 840)

2.8 TESTE DE DESEMPENHO ACÚSTICO

A avaliação do desempenho acústico de VVI's pode ser feita em três métodos: o método de precisão, realizado em laboratório; o método de engenharia, realizado em campo; e o método simplificado de campo. De modo a analisar dados mais precisos, para este estudo, foram colhidos apenas dados de ensaios realizados em Laboratórios.

A avaliação é feita para os diferentes ambientes que a VVI pode dividir, tendo assim um Índice de Redução Sonora Ponderado mínimo para cada caso. Além disso, a NBR 15575-4 ainda avalia, para cada caso se a VVI atende ou não aos desempenhos mínimo, intermediário e superior. Os casos que a NBR 15575-4 recomenda a análise de VVI's são os seguintes:

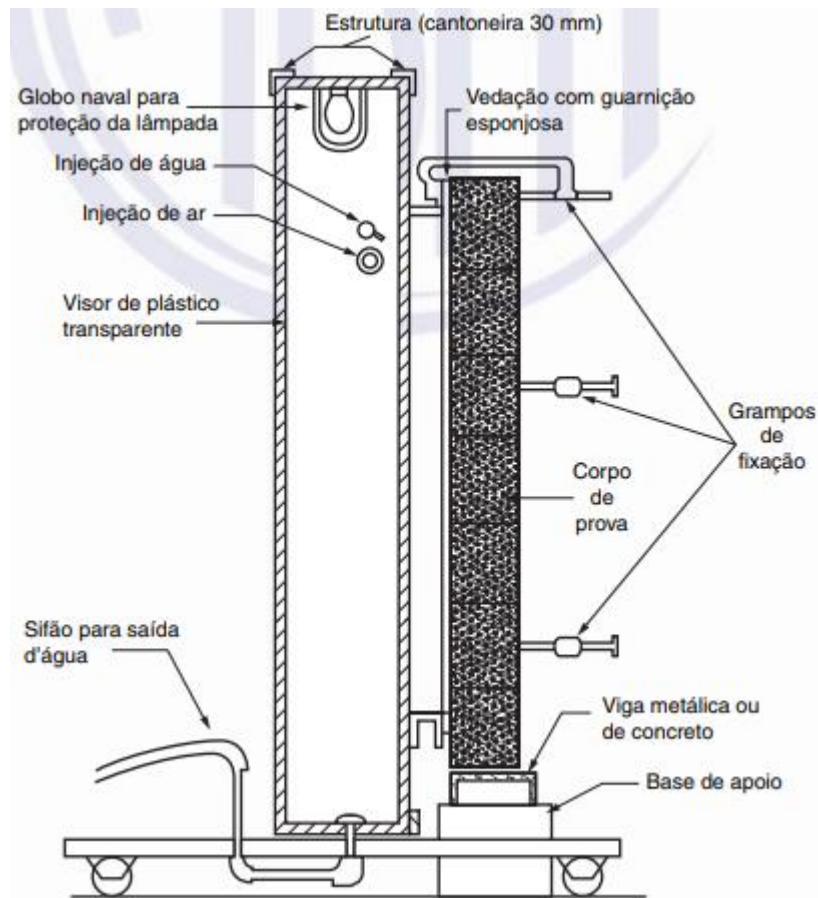
- 1- Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadaria dos pavimentos
- 2- Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadaria nos pavimentos
- 3- Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório.
- 4- Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall
- 5- Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório
- 6- Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, tais como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas

2.9 TESTE DE ESTANQUEIDADE À ÁGUA

A aparelhagem para a realização de ensaios de teste de estanqueidade à água de um Sistema VVE é constituída de uma Câmara de estanqueidade, ilustrada na Figura 9, com as seguintes características:

- a. Abertura em uma das faces para fixação do corpo-de-prova;
- b. Canalização com registros reguladores de água no interior da câmara que possibilite molhagem contínua em toda face de exposição com vazão controlada de 3l/min;
- c. Sistema de pressão de ar, constituído de ventuinha, tubulação e registros reguladores de pressão que possibilite a aplicação de pressão pneumática uniforme até 50 Pa(50mmca) no interior da câmara.

Figura 9 – Ilustração de Ensaio de Estanqueidade contra água para SVVE's



Fonte: ABNT NBR 15.757:2021 - ANEXO C

Após os ajustes de aparelhagem e a preparação dos corpos de prova, é registrado o tempo de aparecimento da primeira mancha e marcado as áreas úmidas a cada hora de ensaios. Deve-se identificar a cada hora p aparecimento de bolhas e falhas na face de exposição do corpo-de-prova. Para finalizar, é essencial realizar a avaliação do percentual da área de manchamento após 7 horas de ensaio.

3 METODOLOGIA

Para o presente trabalho foi escolhido como objetos de estudo sistemas de vedações verticais compostos por:

- Sistema 1: Blocos de Gesso com espessura de 70mm, Cola de gesso, ambos especificados no anexo A, e como encunhamento, espuma expansiva de Poliuretano.

- Sistema 2: Blocos de Gesso com espessura de 100mm, Cola de gesso, ambos especificados no anexo A, e como encunhamento, espuma expansiva de Poliuretano.

Após definidos os objetos de estudo, eles foram ensaiados de acordo com as exigências da Norma de Desempenho de Edificações – ABNT NBR 15575:2021- nos laboratórios da TECOMAT, no Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP) e no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) onde se encontram os laboratórios da construção com os maiores reconhecimentos do mercado da construção civil no Brasil.

3.1 ETAPA 01: DESEMPENHO ESTRUTURAL

Nos laboratórios da TECOMAT foram montadas vedações verticais aporticadas em ambos os sistemas para que fossem realizados os testes na seguinte ordem como mostra as figuras 10, 11 e 12: Peças suspensas (Mão francesa padrão, Cantoneira “L”, Suporte de TV, Dispositivo de Rede), Corpo Duro e Corpo Mole. Após esses ensaios, foram montadas vedações com porta para a realização do ensaio de Fechamento brusco de Portas e de Impacto corpo mole na folha de porta.

Figura 10 – Fotografias de Ensaios de desempenho estrutural tipo Mão Francesa Padrão e tipo Cantoneira “L” para SVVI’s



Fonte: Fotografia do autor e Relatório RLT.TCN-151.16-000

Figura 11 – Fotografias de Ensaios de desempenho estrutural tipo Dispositivo de TV e tipo Dispositivo de Rede para SVVI’s



Fonte: Relatório RLT.TCN-151.16-000 e RLT.TCN-153.16-010

Figura 12 – Fotografias de Ensaios de desempenho estrutural tipo Impactos Corpo Mole e tipo Impactos Corpo Duro para SVVI's



Fonte: Relatório RLT.TCN-151.16-000 e RLT.TCN-148.17-01

Figura 13 – Fotografias de Ensaios de desempenho estrutural tipo Impactos de fechamento brusco de porta e tipo Impactos Corpo mole na folha da porta para SVVI's



Fonte: Relatório RLT.TCN-152.16-01

3.2 ETAPA 02: RESISTÊNCIA AO FOGO E A COMBUSTIBILIDADE

Como mostra a Figura 11, foram realizados, em São Paulo – SP, nos laboratórios do IPT, os testes de Resistência ao fogo e a combustibilidade em ambos os sistemas seguindo a metodologia da ABNT NBR 10.636:1989 – “Divisórias sem função estrutural – Determinação de resistência ao fogo”, já que a ABNT NBR 15.575:2021 apenas recomenda o uso dela para ensaios de vedações verticais sem função estrutural.

Figura 14 – Fotografia de Ensaio de Resistência ao Fogo para SVVI’s



Fonte: O autor (2022)

3.3 ETAPA 03: DESEMPENHO ACÚSTICO

Já nos laboratórios do ITEP, em Pernambuco, foram realizados os testes de Desempenho acústico seguindo a metodologia da ABNT NBR 15.757:2021, representados pela Figura 12 abaixo.

Figura 15 – Fotografia de Ensaio de desempenho acústico para SVVI's, no momento anterior a entrada do SVVI na Câmara de ensaio



Fonte: Fotografia do autor

3.4 ETAPA 04: ESTANQUEIDADE

Também nos laboratórios do ITEP foram realizados os testes de estanqueidade em Blocos Standard e em Blocos Hidrófugos e foram registrados em fotografias como a Figura 13 mostra abaixo.

Figura 16 – Fotografia de Ensaio de Estanqueidade contra água para SVVI's no ITEP.



Fonte: Relatório de Ensaio RE 021.626

4 RESULTADOS ESPERADOS

Como o objetivo do presente estudo é analisar o desempenho dos blocos de gesso como vedação vertical interna, espera-se que o elemento atinja o nível mínimo de cada teste especificado na norma brasileira de desempenho de edificações, a ABNT NBR 15.175:2021.

4.1 DESEMPENHOS ESTRUTURAIS

Segundo a Norma de Desempenho, o sistema de vedação deve apresentar um nível de segurança considerando-se as combinações de ações passíveis de ocorrerem durante a vida útil da edificação habitacional ou do sistema, se mantendo estável e resistente.

Para avaliar o desempenho estrutural de vedações, deve-se verificar o sistema de vedação nos seguintes quesitos: Capacidade de suporte de peças suspensas; Resistência a impactos de Corpo Mole; Resistência a impactos de Corpo Duro; Ações transmitidas por portas.

4.1.1 Capacidade de Suporte de Peças Suspensas

Para atingir o resultado esperado de nível de desempenho mínimo no ensaio tipo mão francesa padrão, a vedação pode apresentar, após uma carga de 0,4 kN, fissuras toleráveis.

Já para o dispositivo de rede de dormir, critério utilizado apenas se for prevista essa condição de uso para a edificação, após aplicado uma carga de 2 kN a um ângulo de 60° em relação a face da vedação, não pode ocorrer destacamento do dispositivo de fixação, nem falhas que prejudiquem o estado-limite de utilização para as cargas de serviço.

4.1.2 Resistencia a Impactos de Corpo Mole, de Corpo Duro e de Ações transmitidas por Portas

Tanto os ensaios impactos de corpo mole, como os de corpo duro e de ações transmitidas por portas, representam choques accidentais sofridos pelo SVVI durante a utilização da edificação e até mesmo num possível ato de vandalismo ou invasão. Então, para que o SVVI esteja compatível com as exigências mínimas da NBR 15.575:2021, espera-se que no ensaio de impacto de corpo mole a vedação suporte um impacto de 60J sem sofrer falhas e um impacto de 120J sem ocorrência de ruína e com possíveis falhas localizadas. Para o ensaio de impacto

de corpo duro, espera-se que a vedação não apresente falha ao receber o impacto de 2,5J e não venha a ruína ou ocorra traspassamento ao receber o impacto de 10J.

Já para o ensaio de Ações transmitidas por Portas, a exigência normativa é que o SVVI permita o acoplamento das portas e que, quando a porta for submetida a 10 operações de fechamento brusco, não apresente falhas como rupturas, fissuras, destacamentos no encontro com o marco, cisalhamento nas regiões de união do marco e destacamentos em juntas entre componentes das paredes. Além disso, é aplicado no centro geométrico da folha da porta um impacto de corpo mole com energia de 240 J e o sistema de vedação vertical interna não pode apresentar arrancamento de marco, nem ruptura ou perda de estabilidade da parede, podendo apresentar ainda fissuras e estilhaçamentos no contorno do marco.

4.2 SEGURANÇA CONTRA O INCÊNDIO

Numa situação de incêndio, o Sistema de Vedação Vertical deve se comportar dificultando a ocorrência de inflamação generalizada, dificultando a propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação.

Para a Norma de Desempenho de Edificações, a NBR 15.575:2021, o SVVI deve ter sua resistência ao fogo comprovada por ensaios realizados de acordo com a NBR 10.636 - Paredes divisórias sem função estrutural - Determinação da resistência ao fogo. Além disso, as superfícies dos SVVI's são classificadas de acordo de níveis de combustibilidade e devem ter seu uso correspondente à classificação, por exemplo: quando o SVVI estiver relacionado a espaços de cozinha, suas superfícies devem ser incombustíveis ou combustíveis com índice de propagação superficial da chama (Ip) entre 25 e 150 e Densidade específica ótica máxima de fumaça menor que 450.

4.3 ESTANQUEIDADE

Para o caso de Sistemas de Vedações Verticais Internas, a norma exige que a vedação seja estanque em áreas molhadas ou com incidência direta de água, de modo a não permitir infiltração de água, através de suas faces. Porém, com o objetivo de colocar a prova o objeto em estudo, decidiu-se ensaiar a vedação em blocos de gesso aos requisitos de Vedações Verticais externas e espera-se que a vedação atinja ao menos o desempenho mínimo tendo após

7 horas de ensaio, um percentual máximo de manchas de umidade na face oposta à incidência da água de 5% de área.

4.4 DESEMPENHO ACÚSTICO

Como cada vedação divide dois ambientes específicos, a Norma estipulou um critério de isolamento acústico para cada possível divisão de ambientes, seja entre Vedações e meio externo; entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório ou nas situações onde haja dormitório; entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como corredores e escadaria dos pavimentos; e diversas outras possibilidades. Então dentre os ambientes internos de uma edificação, espera-se que o SVVI em Blocos de gesso atinja ao menos o mínimo em cada uma dessas situações.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após realizados os ensaios de acordo com as exigências da Norma de Desempenho, a NBR 15.575, como abordados e explicados anteriormente, os resultados obtidos foram analisados, como descritos a seguir:

5.1 DESEMPENHO ESTRUTURAL

Sabendo que, por ser menos espesso, o Bloco de gesso com espessura de 70mm é menos resistente que o com espessura de 100mm, foi decidido analisar mais a fundo os dados desse bloco.

Com isso, foi possível analisar que o Bloco de gesso com espessura de 70mm suportou a carga máxima exigida pela NBR15.575:2021 em todos as peças de ensaio de cargas suspensas. Não apresentou fissuras, destacamento ou qualquer outra falha em todas as energias de impacto de corpo mole exigidas pela Norma, nem apresentou qualquer mossa com profundidade superior a 2mm sob ação dos dez impactos de corpo duro. Além disso, não foram verificadas fissuras, destacamentos, arrancamento ou quaisquer outros danos visíveis no sistema porta/marco/parede sob ação dos impactos de fechamento brusco de porta e de corpo mole na folha da porta.

Os resultados de cada ensaio obtidos no estudo estão representados na Tabela 2 abaixo, com respectivo nível de desempenho atingido pelos Blocos de Gesso com Espessura de 70 e 100 mm.

Tabela 2 – Resultados Obtidos em ensaio de Desempenho Estrutural em SVVI's de Bloco de Gesso

| Resultados Obtidos - Desempenho Estrutural | | | | | |
|---|---|---------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|
| Laboratório: | TECOMAT Engenharia Ltda | | | | |
| Nº dos Relatórios: | RLT.TCN-151.16-00 / RLT.TCN-153.16-01 / RLT.TCN-152.16-01 / RLT.TCN-148.17-01 | | | | |
| Ensaio | Espessura do Bloco de Gesso | | | | |
| | 70 mm | | 100mm | | |
| Cargas Suspensas | Carga suportada | Nível de desempenho | Carga suportada | Nível de desempenho | |
| | Mão Francesa Padrão | 1,2 kN | Superior | 1,2 kN | Superior |
| | Cantoneira "L" | 1,4 kN | Superior | | |
| | Suporte de TV | 1 kN | Atende | | |
| | Dispositivo de Rede | 2 kN | Atende | | |
| Impactos | Corpo Mole | 240 J | Intermediário / Superior | 240 J | Intermediário / Superior |
| | Corpo Duro | | Intermediário / Superior | | Intermediário / Superior |
| | Fechamento brusco de porta | | Atende | | |
| | Corpo mole na folha da porta | | Atende | | |

Fonte: O autor (2022)

5.2 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

O Bloco de Gesso é composto por basicamente água e gesso, materiais incombustíveis, tornando-se também incombustível, podendo assim, em termos de combustibilidade segundo a NBR 15.575:2021, sendo usado em qualquer ambiente de uma edificação. Ademais, após realizados os ensaios dos SVVI's conforme a Norma de Paredes divisórias sem função estrutural – Determinação da resistência ao fogo, a NBR10.636:1989, foi possível comprovar a resistência ao fogo dos SVVI's em blocos de gesso com espessuras de 70 e 100 mm, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados Obtidos em ensaio de Resistência ao fogo em SVVI's de Bloco de Gesso

| Resultados Obtidos - Resistência ao Fogo (NBR 10.636:1989) | | | | |
|---|---|---------------------|-----------------|---------------------|
| Laboratório: | IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas | | | |
| Nº dos Relatórios: | RE N° 906 842 / RE N° 906 840 | | | |
| Ensaio | Espessura do Bloco de Gesso | | | |
| | 70 mm | | 100mm | |
| | Grau Corta fogo | Nível de desempenho | Grau Corta fogo | Nível de desempenho |
| Determinação da Resistência ao Fogo | CF - 120 | Superior | CF - 240 | Superior |

Fonte: O autor (2022)

5.3 ESTANQUEIDADE

O resultado do ensaio de Estanqueidade é considerado um dos mais importantes deste estudo por todo o preconceito que os Blocos de Gesso sofrem quando falam que não resistem a água ou que até mesmo “derretem” em água, como muitos leigos falam.

Como já foi dito anteriormente, foi decidido colocar o bloco de gesso a prova ensaiando o sob os critérios de SVVE, com isso foi usado para o ensaio o Bloco de Gesso Hidrofugado, cujo é indicado para uso em locais que possam sofrer ação de água, como banheiros, cozinhas e até mesmo na primeira fiada das paredes de blocos de gesso de uma edificação.

O resultado do ensaio obtido no estudo está representados na Tabela 4 abaixo.

Tabela 4 – Resultados Obtidos em ensaio de Estanqueidade à Água em SVVI's de Bloco de Gesso

| Resultados Obtidos - Estanqueidade à Água | | |
|--|--|--------------------------|
| Laboratório: | ITEP - Instituto de Tecnologia de Pernambuco | |
| Nº dos Relatórios: | RE N° 021.626 | |
| Ensaio | Bloco de Gesso Hidrófugo | |
| | Percentual de manchas após 7hrs | Nível de desempenho |
| Estanqueidade à água de vedações verticais externas | Sem manchas | Intermediário / Superior |

Fonte: O autor (2022)

5.4 DESEMPENHO ACÚSTICO

A NBR15.575 não tem nenhuma exigência a respeito do desempenho acústico das vedações dentro de uma unidade habitacional, porém tem exigências consideradas altas para as

paredes divisórias entre unidades habitacionais distintas e entre uma unidade habitacional e um ambiente externo a mesma.

Dito isso, com ensaios é possível afirmar que o SVVI puro e simplesmente composto por uma parede de bloco de gesso, seja com espessura de 70 ou 100mm, não atende às exigências dessas paredes especificadas em norma. Entretanto, de forma que atenda as exigências normativas nesse quesito de desempenho acústico, se fez necessário o uso do SVVI com paredes duplas em blocos de gesso com uma camada de elementos com bom isolamento acústico (lã de vidro, por exemplo) entre as paredes, ou até mesmo o uso do SVVI com uma parede de blocos de gesso com 100mm revestida em ambos os lados com pasta de gesso para revestimento. A tabela 5 abaixo mostra o desempenho acústico obtido em ensaios no Laboratório do ITEP.

Tabela 5 – Resultados Obtidos em ensaio de Desempenho Acústico em SVVI's de Bloco de Gesso

| Resultados Obtidos – Desempenho Acústico | | | |
|---|---|--------------------|-----------------------------------|
| Laboratório: | ITEP / IPT / LMCC - Laboratório de Materiais da Construção Civil (UFSM) | | |
| Nº dos Relatórios: | RE N° 142.132/ RE N° 143.537/ RE N° 141.334/ RE N° 914.030/ RE N° 914.033/RE N° 90.905 | | |
| Ensaio | SVVI Ensaiado composto por: | Espessura do SVVI: | Índice de Redução Sonora: Rw (dB) |
| Desempenho acústico | BG70mm | 70mm | 36 |
| | BG100mm | 100mm | 38 |
| | BG70mm + AR10mm + BG70mm | 150mm | 41 |
| | PG25mm + BG100mm + PG25mm | 150mm | 45 |
| | BG70mm + LV50mm + BG70mm | 190mm | 51 |
| | BG70mm + LV50mm + BG100mm | 220mm | 55 |

Sendo BG, a abreviação para Blocos de Gesso; PG, a abreviação para Pasta de Gesso para revestimento; e LV, a abreviação para Lã de Vidro.

Fonte: O autor (2022)

Com esses resultados em mãos é possível escolher o SVVI adequado para cada situação citada na Norma de Desempenho. Por exemplo, para uma parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório, deve-se escolher o SVVI composto por duas paredes de Blocos de Gesso com 70mm com 50mm de Lã de Vidro entre elas para atingir o desempenho mínimo exigido pela Norma.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos nos ensaios usando os critérios de exigências da Norma de Desempenho de Edificações – ABNT NBR 15575:2021, é possível afirmar que o Sistema de Vedaçāo Vertical Interna (SVVI) em Blocos de Gesso, mais especificamente as amostras de objeto de estudo, é uma ótima solução construtiva numa edificação já que atingiu todos os critérios mínimos exigidos pela Norma e, além disso, em boa parte dos ensaios atingiu níveis intermediários ou superiores. Porém, é fundamental ter um bom conhecimento do Sistema para que o mesmo tenha seu uso com disposições corretas, de acordo com sua funcionalidade.

Numa visão mais analítica, a vedação em Blocos de Gesso, cuja matéria-prima é genuinamente pernambucana e muito importante para o estado, mas que sofre bastante com preconceitos e mitos sem fundamentação teórica, se mostrou nos ensaios uma Vedaçāo Vertical Interna com desempenhos intermediários ou superiores quanto a sua Resistência Estrutural. Mostrou também não só que resiste a ação do fogo na edificação, mas que é um ótimo elemento corta-fogo a ser usado. No ensaio de estanqueidade à água, foi derrubado o mito que blocos de gesso “derretem” em água, como muitos leigos pensam, foi provado que o sistema tem sua estanqueidade contra água no nível superior quando usado o Bloco de Gesso Hidrófugo. Além disso, nos desafiadores números de isolamento acústico exigidos em Norma, os Blocos de Gesso, em diversas disposições, podem e devem ser usados como solução construtiva para o Sistema de Vedações Verticais de uma edificação.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575 – Desempenho de edificações habitacionais.** Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575 – Desempenho de edificações habitacionais.** Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575 – Desempenho de edificações habitacionais.** Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16494 – Blocos de Gesso para Vedaçāo Vertical.** Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10636 – Paredes Divisórias Sem Função Estrutural – Determinação De Resistência Ao Fogo.** Rio de Janeiro, 1989.

BRITISH STANDARDS (BSI). **BS 6100 - Building and civil engineering – Vocabulary.** Londres, 2008.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013.** Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

PERES, Luciano. **Gesso: Produção e Utilização na Construção Civil** Luciano Peres; Mohand Benachour; Valdemir A. dos Santos. Recife: Sebrae, 2008.

FESTA, Jean. **Le Plâtre: et ses applications traditionnelles et modernes.** Paris, 1992.

SILVA, M; SABATTINI, F. H. **Conteúdo e padrão de apresentação dos projetos para a produção de alvenarias de vedação racionalizadas.** São Paulo:EPUSP, 2007.

SABBATINI, F. H. ; BARROS, M M S B ; FRANCO, Luiz Sergio ; TEIXEIRA, L S M ; SZLAC, B ; FRIGIERI JR, V . **Empacotando Paredes.** São Paulo: Frigieri & Szlac, 1998 (Mídia Eletrônica).

**ANEXO A - CRITÉRIOS DE DESEMPENHO EXTRAÍDOS DA ABNT NBR
15.575:2021**

Tabela 6 – Resultados Exigidos para o ensaio de Cargas Suspensas em SVVI's de acordo com cada Nível de desempenho

| 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 |

Onde:

h é altura do elemento parede;

d_h é o deslocamento horizontal;

d_{hr} é o deslocamento residual.

Tabela 7 – Resultados Exigidos para o ensaio de Impacto Corpo Mole em SVVI's de acordo com cada Nível de desempenho

| 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 | |
| | 60 | Não ocorrência de falhas; Limitação da ocorrência de deslocamento: $d_h \leq h/125$ ^a $d_{hr} \leq h/625$ | |

^a Para paredes leves ($G \leq 600 \text{ N/m}^2$), sem função estrutural, os valores do deslocamento instantâneo (d_h) podem atingir o dobro dos valores indicados nesta tabela.

Tabela 8 – Resultados Exigidos para o ensaio de Impacto Corpo Duro em SVVI's de acordo com cada Nível de desempenho

| 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 transpassamento | |
| | 2,5 | Não ocorrência de falhas Profundidade da mossa $p \leq 2,0$ mm | I; S |
| | 10 | Não ocorrência de ruptura e traspassamento | |

Tabela 9 – Resultados Exigidos para o ensaio de Estanqueidade à água em SVVE's de acordo com cada Nível de desempenho

| Edificação | Tempo de ensaio h | Percentual máximo da soma das áreas das manchas de umidade na face oposta à incidência da água, em relação à área total do corpo-de-prova submetido à aspersão de água, ao final do ensaio | Nível de desempenho |
|---|-------------------|--|---------------------|
| Térrea (só a parede de vedação) | 7 | 10 | M |
| | | Sem manchas | I; S |
| Com mais de um pavimento (só a parede de vedação) | 7 | 5 | M |
| | | Sem manchas | I; S |

Tabela 10 – Resultados Exigidos para o ensaio de Desempenho Acústico em SVVI's de acordo com cada Nível de desempenho

| Elemento | R_w (sistemas pesados) dB | R_w (sistemas leves) dB |
|---|-----------------------------|---------------------------|
| Parede entre as unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações em que não haja ambiente dormitório | ≥ 43 | ≥ 45 |
| Parede entre as unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório | ≥ 48 | ≥ 50 |
| Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos | ≥ 43 | ≥ 45 |
| Parede cega entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria dos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório | ≥ 33 | ≥ 35 |
| Parede cega entre o dormitório ou sala de uma unidade habitacional e as 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 | ≥ 48 | ≥ 50 |

Obs: Sistemas leves são os mais leves ou iguais que $60\text{kg}/\text{m}^2$ e sistemas pesados, os mais pesados que $60\text{kg}/\text{m}^2$.

ANEXO B - MEMORIAL DESCRIPTIVO FORNECIDO PELO FABRICANTE DOS BLOCOS DE GESSO E DA COLA DE GESSO USADOS NOS ENSAIOS E TESTES DO ESTUDO



SUPERGESSO S.A. IND. E COM.

2. Bloco de Gesso Pré- Moldado Simples 70 mm Maciço.

o Descrição do Produto.

Os Blocos de Gesso são fabricados por processos de moldagem, apresentando precisão milimétrica nas suas dimensões e acabamentos perfeitos nas suas dimensões e acabamentos perfeitos nas suas superfície, possuem encaixes, macho e fêmea, que permitem seu perfeito assentamento.

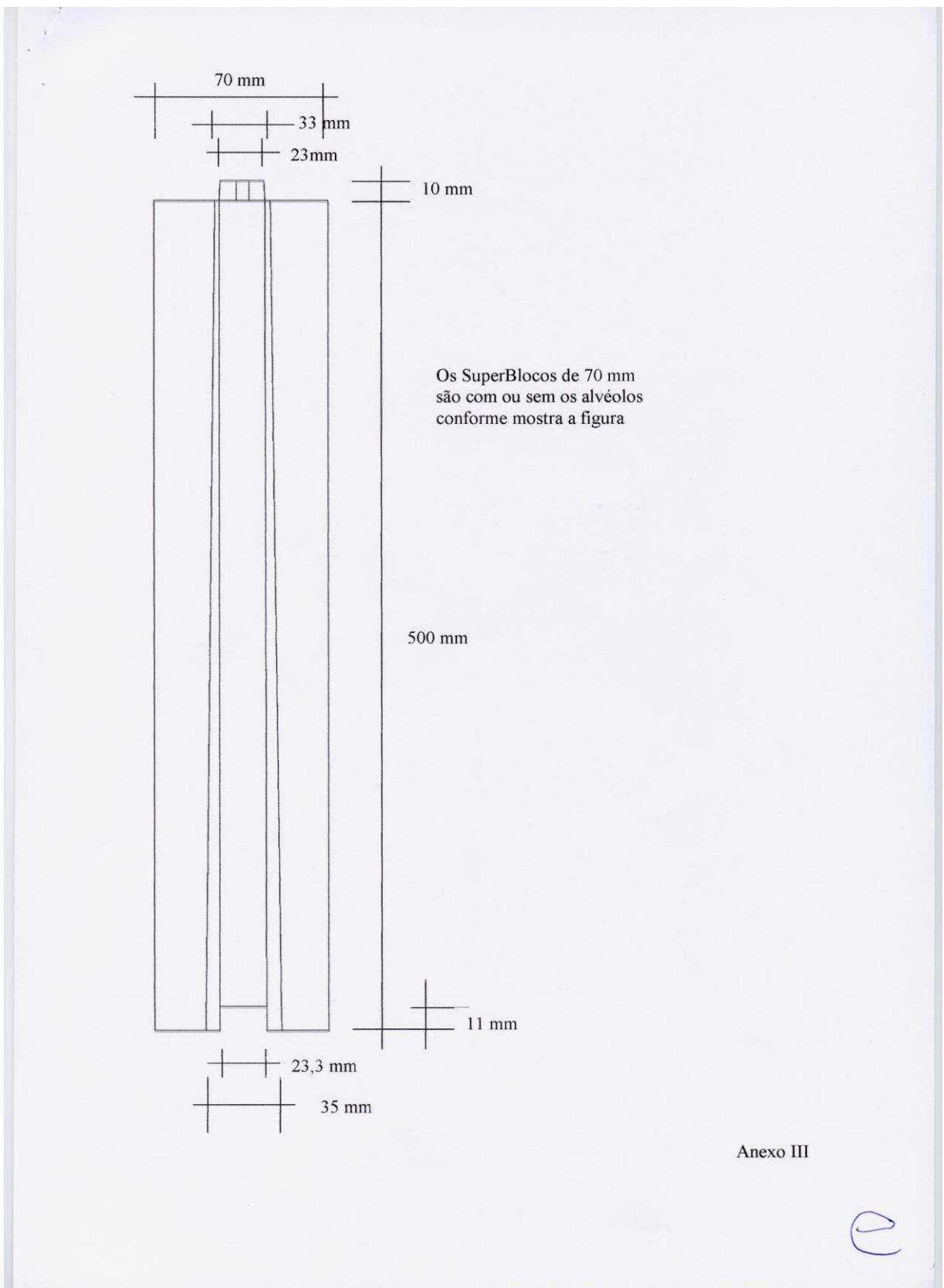
Os blocos pré-fabricados de gesso são elementos de vedação vertical, utilizado para execução de paredes e divisórias internas, não-portantes em todos os tipos de construção: casa, edificações, escritórios, clínicas, etc

Os blocos pré-fabricados de gesso foram desenvolvidos, pela Supergesso S/A Ind e Com, para atender os padrões internacionais preconizados pela norma DIN 18163 e NPF 72301. Em relação às normas brasileiras, os elementos atendem as especificações estabelecidas pelo projeto 02:002.40-010.

| Características Técnicas dos Blocos de Gesso | |
|---|--|
| Variáveis | Bloco de Gesso |
| Composição Química | Sulfato de Cálcio [CaSO ₄ .2H ₂ O] |
| Espessura (mm) | 70 |
| Dimensões (mm) | 666 x 500 |
| | Maciço |
| Densidade (Kg/m ³) | 950 – 1.100 |
| Resistência a Flexão (MPa) | 2,00 – 3,00 |
| Resistência à compressão (MPa) | 4,50 |
| Resistência ao Fogo (min) | 180 |
| Índice de Redução Acústica (Decibéis) | 34 |
| Resistência Térmica (m ² °C/W) | 0,23 |
| Dureza (Shore) | 55 |
| Peso do Bloco (Kg) | 24 |
| Peso do Bloco (kg/m ²) | 72 |
| Absorção d'água (%) | 25 |

O sistema construtivo é formado por blocos de vedação, elementos pré-moldados, e a cola de gesso utilizada como argamassa de assentamento e rejunte dos blocos (anexo I).







SUPERGESSO S.A. IND. E COM.

3. Bloco de Gesso Pré- Moldado Simples 100mm Maciço.

o Descrição do Produto.

Os Blocos de Gesso são fabricados por processos de moldagem, apresentando precisão milimétrica nas suas dimensões e acabamentos perfeitos nas suas dimensões e acabamentos perfeitos nas suas superfícies, possuem encaixes, macho e fêmea, que permitem seu perfeito assentamento.

Os blocos pré-fabricados de gesso são elementos de vedação vertical, utilizado para execução de paredes e divisórias internas, não-portantes em todos os tipos de construção: casa, edificações, escritórios, clínicas, etc

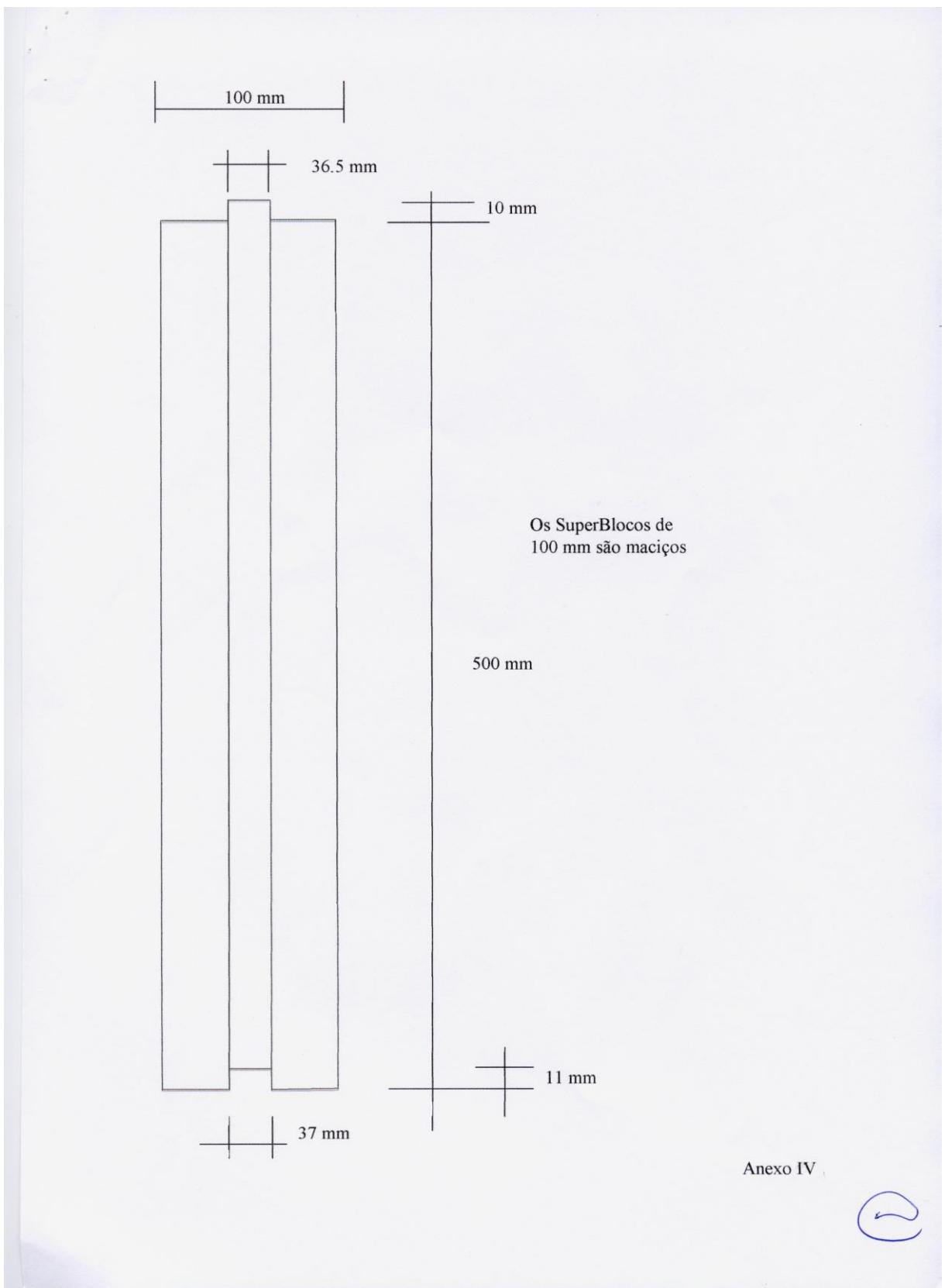
Os blocos pré-fabricados de gesso foram desenvolvidos, pela Supergesso S/A Ind e Com, para atender os padrões internacionais preconizados pela norma DIN 18163 e NPF 72301. Em relação às normas brasileiras, os elementos atendem as especificações estabelecidas pelo projeto 02:002.40-010.

| <i>Características Técnicas dos Blocos de Gesso</i> | |
|---|--|
| Variáveis | Bloco de Gesso |
| Composição Química | Sulfato de Cálcio [CaSO ₄ .2H ₂ O] |
| Espessura (mm) | 100 |
| Dimensões (mm) | 320 x 500 |
| | Maciço |
| Densidade (Kg/m ³) | 950 – 1.100 |
| Resistência a Flexão (MPa) | 2,00 – 3,00 |
| Resistência à compressão (MPa) | 4,50 |
| Resistência ao Fogo (min) | 240 |
| Índice de Redução Acústica (Decibéis) | 38 |
| Resistência Térmica (m ² °C/W) | 0,29 |
| Dureza (Shore) | 55 |
| Peso do Bloco (Kg) | 34 |
| Peso do Bloco (kg/m ²) | 102 |
| Absorção d'água (%) | 25 |

O sistema construtivo é formado por blocos de vedação, elementos pré-moldados, e a cola de gesso utilizada como argamassa de assentamento e rejunte dos blocos (anexo I).

Fábrica: Rodovia BR-316 Km: 28 – Araripina – PE – CEP:56280-000
 Escritório 1: Edif. Empresaria Center III sala: 306 - R. Antônio Lumack do Monte, 128 – Boa Viagem – Recife/PE – CEP:51020-350
 Escritório 2: Rua Leopoldo Couto de Magalhães Jr, 396 – Sobreluja – Itaim Bibi – São Paulo / SP – CEP: 04542-000
 Fone/Fax: (11) 3071-4441 E-mail: supergesso@supergesso.com.br
www.supergesso.com.br







SUPERGESSO S.A. IND. E COM.

o Procedimento de Execução.

Verificamos o nivelamento da base, do prumo e esquadro da estrutura do pórtico, para a execução das alvenarias. É admissível um desvio máximo de 0,5% em cada uma das verificações efetuadas.

A alvenaria foi modulada de modo a utilizar o maior número de blocos inteiros, utilizando juntas verticais descontínuas e posicionadas de forma à criar um travamento natural entre as fiadas.

Montamos a 1^a fiada de blocos com encaixe macho para baixo, cortando os encaixes com serrote. Aplicamos a cola de gesso na base do pórtico, colocamos os blocos sobre a cola, observando o alinhamento e o prumo. Conferimos o linhamento dos blocos com régua de alumínio fazendo o ajuste com o martelo de borracha.

A 2^a fiada foi iniciada com um bloco partido ao meio e do mesmo lado que foi começada a 1^a fiada, de forma a se conseguir o desencontro das juntas.

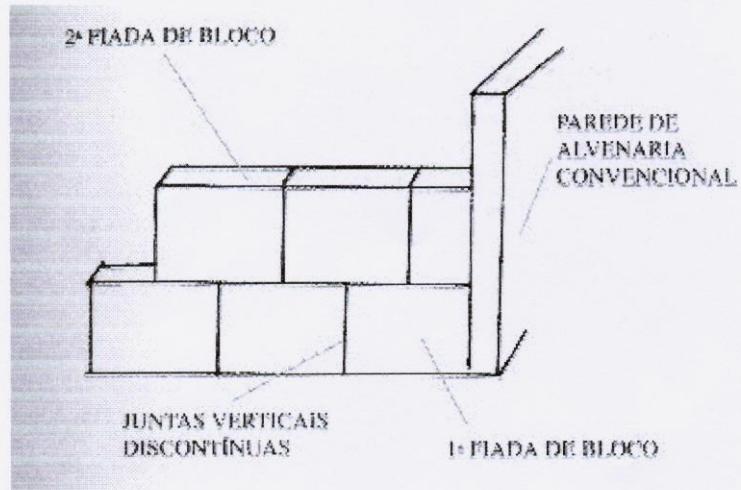
A Cola de gesso, colocada entre os blocos, deve fluir pelas fendas quando os blocos forem sendo assentados e batidos com o martelo de borracha, recolhendo-se os excessos garantindo assim um melhor desempenho das paredes prontas

No assentamento da ultima fiada de blocos, foi deixada um folga de 0,5 cm em média entre o topo do bloco e a viga superior do pórtico. Esta folga foi preenchida com gesso cola, já que não estavam previstas deformações na estrutura.





SUPERGESSO S.A. IND. E COM



Amarração de Continuidade dos Blocos de Gesso

Fábrica: Rodovia BR-316 Km: 28 – Araripina – PE – CEP:56280-000
Escritório 1:Edf. Empresaria Center III sala: 306 - R. Antônio Lumack do Monte, 128 – Boa Viagem – Recife/PE – CEP:51020-350
Escritório 2: Rua Leopoldo Couto de Magalhães Jr, 396 – Sobreloja – Itaim Bibi – São Paulo / SP – CEP: 04542-000





SUPERGESSO S.A. IND. E COM

Cola de Gesso

A cola deve ser aplicada na colagem de pré-moldados de gesso como placas, blocos, para fixação de sanca e outros elementos decorativos, fabricados com gesso. A cola deve ser utilizada também na fixação de cerâmicas sobre pré-moldados de gesso ou com revestimento de gesso.

Normalização: A SuperCola foi desenvolvida com todos os componentes técnicos para atender aos padrões preconizados pela normas ABNT TB 02:002.40.02 – Cola de Gesso – Especificações e 02:002-40-011 Método de Ensaio apresentados à ABNT.

Características Técnicas do Produto

Composição Química: A Cola é constituída, basicamente, de Hemidrato de Cálcio [CaSO₄. 1/2H₂O] e aditivos dosados e misturados automaticamente para garantir a homogeneidade, repetitividade dos traços e o desempenho. As características Técnicas da Cola de Gesso estão apresentadas na Tabela.

| Característica Técnica da Cola de Gesso | | |
|--|-------------------|----------------|
| Determinações | Unidades | Valores |
| Densidade após secagem | Kg/m ³ | 950 - 1050 |
| Resistência a Tração | MPa | 0,30 |
| Resistência a compressão | MPa | Seco 6,5 |
| Trabalhabilidade | min | 60 a 65 |

Relação Água/pó: Utilizada na obra normalmente 1 litro d'água para 1,5 Kg de Cola. Essa relação pode ser definida no local de aplicação, pela consistência desejada ou a mais adequada.

Campo de Aplicação: A Cola pode e deve ser aplicado na colagem de pré-moldados de gesso como placas lisas para forro, blocos e para fixação de sanca, blocos de gesso e outros elementos decorativos, fabricados com gesso. Na fixação de cerâmicas sobre pré-moldados de gesso e/ou com revestimento de gesso.

Vantagens: Rapidez na execução de paredes e tetos, excelente trabalhabilidade, eliminação de desperdício e um perfeito acabamento.

Forma de Aplicação: A Cola pode ser misturada com um misturador portátil (Tipo furadeira com agitador especial) ou de forma manual. A aplicação demanda a utilização de profissionais treinados no uso dos apetrechos próprios. Por se tratar de um produto que substitui, com grande vantagem e praticidade os métodos tradicionais de colagem, com buchas de sisal, a aplicação da Cola não exige maiores especializações do que aquelas já em prática pelos profissionais do gesso.

Produção e Produtividade: A utilização da Cola permite um importante ganho de produtividade na execução de paredes e tetos com elementos pré-moldados de gesso e facilita bastante a fixação de elementos decorativos permitindo um perfeito acabamento nas partes externas e internas das decorações, garantindo a eliminação de desperdício e limpeza da obra.

Embalagem: A Cola é embalada em saco de papel, contendo 20 e 5 Kg.

Consumo por m²: 0,750 Kg/ m² na execução de paredes, 0,300 Kg/ m² na execução de tetos e 0,800 kg/m² na colocação de cerâmica;

Estocagem: A Cola deve ser estocado em lugar seco, sobre paletes de madeira com empilhamento máximo de 15 sacos de altura e afastado das paredes. O prazo recomendado para uso do produto é de, no máximo, até 90 dias após a data de fabricação.

Cuidados: É recomendado quando manipular Cola em ambientes fechados, utilizar máscara de proteção contra poeira. Restos do material endurecido não devem ser reutilizados com adição de água.

