



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE TECNOLOGIA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

DIEGO SOUZA DOS SANTOS LIMA

**COMPARATIVO DE CUSTOS RELACIONADOS À ESCOLHA DO SISTEMA DE
VEDAÇÃO INTERNO ENTRE ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS E DE
GESSO EM UMA EDIFICAÇÃO**

João Pessoa

2023

DIEGO SOUZA DOS SANTOS LIMA

**COMPARATIVO DE CUSTOS RELACIONADOS À ESCOLHA DO SISTEMA DE
VEDAÇÃO INTERNO ENTRE ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS E DE
GESSO EM UMA EDIFICAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil da
Universidade Federal da Paraíba, como parte
dos requisitos necessários para obtenção do
título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Leal Pimentel

João Pessoa

2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

L732c Lima, Diego Souza Dos Santos.

Comparativo de custos relacionados à escolha do sistema de vedação interno entre alvenaria de blocos cerâmicos e de gesso em uma edificação / Diego Souza Dos Santos Lima. - João Pessoa, 2023.

55 f. : il.

Orientação: Roberto Leal Pimentel.

TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Alvenaria de vedação. 2. Bloco de Gesso. 3. Estrutura. 4. Custo. I. Pimentel, Roberto Leal. II. Título.

UFPB/CT/BSCT

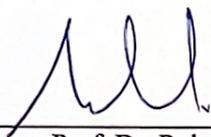
CDU 624(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

DIEGO SOUZA DOS SANTOS LIMA

COMPARATIVO DE CUSTOS RELACIONADOS À ESCOLHA DO SISTEMA DE VEDAÇÃO INTERNO ENTRE ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS E DE GESSO EM UMA EDIFICAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso em 06/06/2023 perante a seguinte Comissão Julgadora:



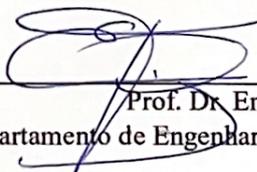
Prof. Dr. Roberto Leal Pimentel
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof. Dr. Givanildo Alves de Azeredo
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof. Dr. Enildo Tales Ferreira
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Prof. Pablo Brilhante de Sousa
Matrícula Siape: 1483214
Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia Civil

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, Rosa Germana Souza dos Santos Lima e Clóvis dos Santos Lima Netto, por todo o amor, pela educação que me foi dada, por todo o investimento feito em mim, pelas excelentes condições de vida que me foram proporcionadas durante todos os anos de estudo. Ainda, pelo apoio às minhas decisões e conselhos que levarei para toda minha vida pessoal e profissional. Especialmente ao meu pai, agora companheiro de profissão, pelo imensurável conhecimento teórico e prático que me foi (e tenho certeza que continuará sendo) passado, por todas as oportunidades e direcionamentos. Serei eternamente grato.

Agradeço ainda às minhas irmãs, Lorena e Rafaela, minhas avós, Rosa de Lourdes e Nara, minha namorada, Tainah, demais familiares e amigos que fiz ao longo da vida, por todo o carinho, convívio, apoio, motivação e paciência pelas ausências devido ao trabalho.

Aos amigos de curso, Caio, Lucas, José Matheus, José Júlio, Ricardo, Matheus e Yussef, pela cooperação nos estudos e trabalhos, pela parceria e por tornar o longo período de curso mais leve e divertido.

Aos sócios e colaboradores da GARDEN, sobretudo João e Orlando, por compartilhar as manhãs de trabalho, as experiências e o aprendizado.

Ao Prof. Dr. Roberto Leal Pimentel pela disponibilidade, confiança, cooperação e orientação. Também pelos conhecimentos passados pelas disciplinas de Resistência dos materiais e Alvenaria Estrutural.

Ao Prof. Dr. Enildo Tales Ferreira, por todo o conteúdo passado através da disciplina ministrada pelo mesmo, de Estrutura de Concreto Armado I, através dos trabalhos práticos, assim como pela disponibilidade em compor a banca.

Ao Prof. Dr. Givanildo Alves de Azeredo, pelas aulas de Estrutura de Concreto Armado II, na qual foi incentivada a utilização do TQS, além da disponibilidade em compor a banca.

Aos demais professores e colaboradores da UFPB e das demais instituições de ensino a nível básico e médio pelo qual já passei.

RESUMO

Alguns materiais, utilizados há muitos anos nas construções, têm ganhado funcionalidades diferentes com o desenvolvimento de novas tecnologias. O gesso, nesse sentido, que outrora era utilizado basicamente em ornamentos, tem sido aproveitado para compor alvenarias de vedações internas. Dada a importância desse sistema, pela representatividade nos custos e influência em demais etapas da obra, o estado da arte contempla estudos comparativos com relação a diversas características dos blocos de gesso paralelamente a outros materiais, atestando vantagens do processo construtivo que utiliza esse bloco. Nesse viés, o presente trabalho analisa as consequências da escolha pela vedação de blocos de gesso em detrimento da convencional de blocos cerâmicos em uma edificação, do ponto de vista das cargas geradas por ambas na estrutura e dos serviços de execução, bem como os custos decorrentes desses tópicos. O sistema mostrou-se benéfico sob o aspecto financeiro, corroborando com a necessidade de desenvolvimento e análise de diferentes soluções para compor as vedações dos edifícios.

Palavras-chave: Alvenaria de vedação; Bloco de Gesso; Estrutura; Custo.

ABSTRACT

Some materials, used for many years in construction, have gained different functionalities with the development of new technologies. Gypsum, in this sense, which was once used basically in ornaments, has been used to compose masonry for internal walls. Given the importance of this system, due to its representativeness in costs and its influence on other stages of the work, the state of the art includes comparative studies regarding various characteristics of gypsum blocks in parallel with other materials, attesting to the advantages of the construction process that uses this block. In this way, the present work analyzes the consequences of choosing the sealing of gypsum blocks over the conventional one of ceramic blocks in a building, from the point of view of the loads generated by both in the structure and the execution services, as well as the resulting costs of these topics. The system proved to be beneficial under the financial aspect, corroborating the need to develop and analyze different solutions to compose building enclosures.

Keywords: Fencing masonry; Gypsum Block; Structure; Cost.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Paredes de vedação de alvenaria de blocos cerâmicos	16
Figura 2 – Fixação com telas metálicas	17
Figura 3 – Fixação com “ferro-cabelo”	18
Figura 4 – Blocos de gesso	21
Figura 5 – Paredes de vedação de alvenaria de blocos de gesso	22
Figura 6 – Encontro de paredes de alvenaria de gesso e convencional	23
Figura 7 – Sequência de ações para elaboração do trabalho	31
Figura 8 – Apto. 03	33
Figura 9 – Apto. 02	33
Figura 10 – Apto. 01	34
Figura 11 – Apto. Térreo	34
Figura 12 – Paredes pertencentes ao SVVI no Térreo	35
Figura 13 – Paredes pertencentes ao SVVI no Pavimento Tipo	35
Figura 14 – Vedação de blocos cerâmicos no Térreo	36
Figura 15 – Vedação de blocos cerâmicos no Pav. Tipo	36
Figura 16 – Vedação de blocos de gesso no Térreo.....	37
Figura 17 – Vedação de blocos de gesso no Pav. Tipo	38
Figura 18 – Planta de fôrmas da fundação	39
Figura 19 – Planta de fôrmas do Térreo	40
Figura 20 – Planta de fôrmas do Pav. Tipo	40
Figura 21 – Vigas inalteradas no Pav. Tipo	49
Figura 22 – Lajes alteradas no projeto	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Alturas e distâncias máximas entre elementos contraventantes de paredes de vedação em blocos cerâmicos	17
Tabela 2 – Classificação dos blocos	19
Tabela 3 – Identificação dos blocos por cor	20
Tabela 4 – Densidade dos blocos	20
Tabela 5 – Alturas e distâncias máximas de paredes de vedação em blocos de gesso	22
Tabela 6 – Benefícios da utilização dos blocos de gesso	27
Tabela 7 – Requerimento da vedação interna quanto ao conforto acústico	30
Tabela 8 – Áreas do Edifício	32
Tabela 9 – Pesos das Vedações	38
Tabela 10 – Valor de cada serviço, por kg de ferro	41
Tabela 11 – Composição de custos para bloco cerâmico de 9 cm de espessura	42
Tabela 12 – Composição de custos para bloco cerâmico de 14 cm de espessura	43
Tabela 13 – Composição de custos para emboço de 1 cm de espessura	43
Tabela 14 – Composição de custos para emboço de 1,5 cm de espessura	44
Tabela 15 – Composição de custos para bloco de gesso vazado de 7 cm de espessura	44
Tabela 16 – Composição de custos para bloco de gesso maciço de 10 cm de espessura	45
Tabela 17 – Composição de custos para revestimento de gesso de 1 cm de espessura	45
Tabela 18 – Composição de custos para revestimento de gesso de 1,5 cm de espessura	45
Tabela 19 – Cargas atuantes nas fundações, em kN	47
Tabela 20 – Diferença na quantidade de armação, em kg	48
Tabela 21 – Quantitativo de serviços por pavimento	50
Tabela 22 – Tempo para executar o m ² do serviço	50

SUMÁRIO

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	11
1.1 INTRODUÇÃO	11
1.2 IMPOTÊNCIA DO TEMA	12
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVOS GERAIS	14
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1 SISTEMAS DE VEDAÇÕES INTERNAS VERTICAIS	15
3.1.1 Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos	16
3.1.2 Alvenaria de vedação com blocos de gesso	19
3.2 ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO	24
3.3 ORÇAMENTO	26
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
4.1 ESTUDOS DE VANTAGENS	27
4.2 ESTUDOS DE DESEMPENHO	29
5 METODOLOGIA	31
5.1 APRESENTAÇÃO DO PROJETO	31
5.2 CARACTERÍSTICAS E DISPOSIÇÃO DAS ALVENARIAS	35
5.3 CONSIDERAÇÕES PARA O DIMENSIONAMENTO	38
5.4 CONSIDERAÇÕES PARA OS CUSTOS DE EXECUÇÃO	42
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47

6.1 COMPARATIVO ESTRUTURAL	47
6.2 COMPARATIVO DE EXECUÇÃO	50
6.3 COMPARATIVO FINAL	51
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
7.1 CONCLUSÃO	52
7.2 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES	53
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 INTRODUÇÃO

Atualmente, existem inúmeros sistemas de vedações internas e externas que podem ser utilizados nas construções. Entre esses sistemas, há muitos que, com o desenvolvimento de novas tecnologias, surgiram recentemente. Outros datam de muitos anos e vêm sendo aperfeiçoados. Assim, materiais como cerâmica e gesso, que são utilizados há séculos, ganharam grande funcionalidade para utilização em alvenarias de vedações.

Segundo Franco (1988), os tijolos cerâmicos estão presentes nas construções desde os tempos remotos. Estudos indicam a utilização em 10.000 A.C., por pérsias e assírios, sendo inicialmente secados ao sol e, em meados de 3000 A.C., queimados em fornos. O mesmo autor destaca grandes obras em alvenaria ao longo dos anos, como trechos da Muralha da China e o Coliseu de Roma. No Brasil, os tijolos se popularizaram a partir do ciclo econômico do café, sendo muito utilizado nos dias atuais. Tal afirmação é reforçada por Peña (2003, *apud* Lima e Leite, 2020), que afirma que a alvenaria de blocos cerâmicos é o método mais utilizado para vedação, seja pelo tradicionalismo ou pela facilidade de execução.

De acordo com Leitão (2005), da mesma forma que a cerâmica, há registros de utilização do gesso há muito tempo. Seu mineral em estado natural, a gipsita, foi utilizada por egípcios, também em 3000 A.C., e por romanos. É notável, entretanto, que por muito tempo o uso do gesso foi limitado a ornamentos. Contudo, Munhoz e Renóbio (2007) afirmam que, no século XVIII, as construções francesas utilizavam o gesso em 95% de suas obras e reformas, como um dos principais materiais construtivos. Ambos os autores enfatizam a crescente importância do gesso na construção civil no Brasil, devido ao desenvolvimento de novas técnicas de aplicação e de produtos ágeis, leves e combatentes ao desperdício.

Dessa forma, no contexto da construção civil estar em constante avanço tecnológico, por meio da evolução de processos, meios de utilização e materiais, Lima e Leite (2020) relatam que uma série de soluções de vedações alternativas têm sido desenvolvidas e aplicadas em obras, proporcionando maior custo benefício e menores tempos de execução. Nesse cenário, a alvenaria interna de blocos de gesso ocupa posição de destaque, por possuir características congruentes às buscadas pelo mercado.

1.2 IMPORTÂNCIA DO TEMA

Em artigo, a Construction Industry Institute (1987, *apud* Peña e Franco, 2006) afirma que as decisões de maior impacto no custo final de um empreendimento são aquelas feitas nas fases de concepção e projeto. A escolha da vedação vertical de forma consciente e antecipada, nesse viés, é de fundamental importância para racionalização da obra, dadas as suas conexões com diversos sistemas do edifício, tais como os projetos estruturais, de instalações e arquitetônico. Uma dessas interfaces é tratada no trecho:

“A análise do projeto estrutural no qual irá se inserir a vedação vertical é de fundamental importância para determinar tanto as características inerentes ao vedo que ela compõe, como dos detalhes construtivos necessários ao bom desempenho deste, frente ao nível de solicitações esperadas” (FRANCO, 1998, apud PEÑA e FRANCO, 2006, p.129).

Dentro do dimensionamento estrutural, são consideradas as cargas devido às paredes. Assim, ao considerar no projeto vedações mais leves, naturalmente elas irão reduzir as solicitações para lajes, vigas e pilares, gerando uma potencial economia de materiais.

Ademais, o planejamento de uma obra passa por tomadas de decisões, nas quais é importante se ter noção, dentre outros fatores, do custo que ela acarretará para a edificação. A etapa de vedação, segundo a revista Construção Mercado (2016), corresponde de 5,1% a 10% dos gastos de uma obra sem elevador, ao qual o edifício estudado se encaixa. Assim, a decisão por um sistema de vedação mais barato tem potencial impacto nos valores finais.

Pois, dada a importância da escolha do sistema de vedação interna a ser utilizada em uma obra, para efeitos consequentes dessa predileção, é imprescindível o estudo dos prós e contras entre as possibilidades. De acordo com Lordsleem Jr e Neves (2012), uma opção que desponta é a execução de paredes internas com blocos de gesso, dadas as vantagens relatadas em relação à alvenaria de vedação tradicional. Desse modo, o presente trabalho visa realizar o comparativo de quantitativos de materiais e custo da estrutura, bem como o tempo e custo de execução das paredes, para os casos de emprego das alvenarias internas em blocos cerâmicos e de gesso, em uma mesma edificação.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente documento está organizado em capítulos. São abordados, no 2º capítulo, os objetivos gerais e específicos a serem alcançados pelo mesmo. No capítulo 3 é feita uma breve revisão bibliográfica, conceituando e expondo as especificidades acerca da alvenaria de vedação, com enfoque na execução com blocos cerâmicos e de gesso, abordando também o dimensionamento das estruturas e influência das paredes no mesmo, assim como o tipo de orçamento que será realizado. O 4º capítulo apresenta a metodologia utilizada para se alcançar os objetivos propostos, detalhando as configurações do edifício sobre o qual o estudo é embasado e o processo de obtenção dos dados necessários para os dois tipos de vedação comparados, e especifica os pormenores do desenvolvimento do trabalho.

Os resultados e discussões pertinentes são apresentados no capítulo 5 e as conclusões tomadas a partir desse trabalho são expostas no 6º capítulo, bem como o alcance ou não dos objetivos e as sugestões de trabalhos futuros. Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

O presente trabalho de conclusão de curso tem o intuito de estabelecer o impacto orçamentário da substituição da alvenaria de vedação interna de blocos cerâmicos por blocos de gesso em uma edificação.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Atestar a diferença de cargas em uma mesma estrutura gerada por paredes compostas por blocos cerâmicos e blocos de gesso;

Afirmar a diferença quantitativa e de custo de uma estrutura dimensionada para suportar a vedação interna de blocos cerâmicos e de gesso, para um mesmo edifício;

Estabelecer a diferença de tempo e custo, para os dois materiais, de execução de toda a alvenaria de vedação interna do edifício;

Concluir, sob o ponto de vista financeiro, os impactos da escolha da alvenaria vedação interna com blocos de gesso em detrimento da com blocos cerâmicos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 SISTEMAS DE VEDAÇÕES INTERNAS VERTICAIS

De acordo com a NBR 15575-4 (2013), os sistemas de vedação vertical são as partes da edificação habitacional que limitam os ambientes e a edificação verticalmente. Assim, as divisórias, paredes e painéis internos são pertencentes ao sistema de vedação vertical interno (SVVI), e podem ser feitos de diferentes materiais e técnicas de instalação, tais como alvenaria de tijolos e blocos de cerâmica, blocos de concreto, blocos e painéis acartonados de gesso, esquadrias de vidro, entre outros.

Dentre os serviços da construção civil, a vedação ocupa uma posição central, visto que ela interfere em diversos outros componentes do edifício, como estrutura, instalações, vedações horizontais e impermeabilizações. Além disso, o SVVI propicia o desenvolvimento das atividades para as quais os ambientes foram projetados. Isso se deve à grande influência que a disposição e o tipo de vedação têm no ambiente, para o conforto higrotérmico e acústico, pela segurança de utilização e contra incêndios, bem como para a estética (FRANCO, 1998).

Uma vez sendo um dos principais subsistemas de desempenho do edifício, a escolha do sistema de vedação é de suma importância, precisando essa decisão estar atrelada a questões como resistência, facilidade de manutenção, custo-benefício, pela própria estética e, sobretudo, respeitando a NBR 15575 (2013), que possui diferentes parâmetros de acordo com as condições e funções dos espaços que a vedação separa. Ademais, os revestimentos utilizados também contribuem para as características citadas da parede, devendo estes também serem escolhidos de maneira técnica. Dessa forma, conhecer as características, pontos positivos e negativos de cada método é fundamental. A seguir, são apresentados aspectos normativos e da literatura acerca da conceituação e execução dos dois sistemas que o presente trabalho visa comparar: a popular alvenaria de vedação de blocos cerâmicos e a alvenaria de vedação interna de blocos de gesso.

3.1.1 Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos

A utilização dos blocos cerâmicos para alvenaria de vedação é extremamente comum nos estados brasileiros. Sua fabricação dos blocos deve seguir os parâmetros mínimos de qualidade que NBR 15270-2 (2017) estabelece. Tais parâmetros se referem a características geométricas (espessura de paredes internas e externas, esquadro, faces planas, etc.), massa seca, índice de absorção de água e resistência à compressão, que podem ser determinados por ensaios. Para utilização do bloco como vedação, como qualquer outro tipo, deve-se analisar ainda a validade da mesma em relação as condições definidas na NBR 15575-4 (2013). A Figura 1 mostra paredes constituídas de blocos cerâmicos.

Figura 1 – Paredes de vedação de alvenaria de blocos cerâmicos



Fonte: Thomaz *et al.*, 2009.

Atualmente, existem no mercado blocos de diversas dimensões e quantidade de furos, que atendem a diferentes necessidades de vedação. Os mais comuns têm espessuras de 9, 14 e 19 cm, com comprimento e altura que variam entre 9, 19, 29 e 39 cm. Conforme cita a NBR 15270-1, o bloco cerâmico de vedação é produzido para ser usado com furos na horizontal, porém também há modelos produzidos para utilização na vertical.

O código de práticas para utilização desse tipo de alvenaria, realizado por Thomaz *et al.* (2009), indica especificações para diversas etapas do método. Nas etapas de projeto, são delimitadas alturas e comprimentos máximos das paredes sem elementos contraventantes, de

acordo com a espessura do bloco e funcionalidade das paredes. A finalidade disso é garantir a segurança contra possíveis ações de carregamentos. A Tabela 1 mostra tais valores limites.

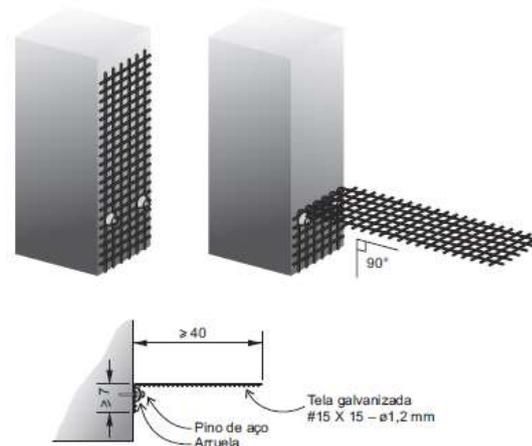
Tabela 1 – Alturas e distâncias máximas entre elementos contraventantes de paredes de vedação em blocos cerâmicos

LARGURA DO BLOCO (cm)	PAREDES INTERNAS	
	ALTURA MÁXIMA (cm)	COMPRIMENTO MÁXIMO (cm)
9	260	400
11,5	340	500
14	400	600
19	460	700

Fonte: Adaptado de Thomaz *et al*, 2009.

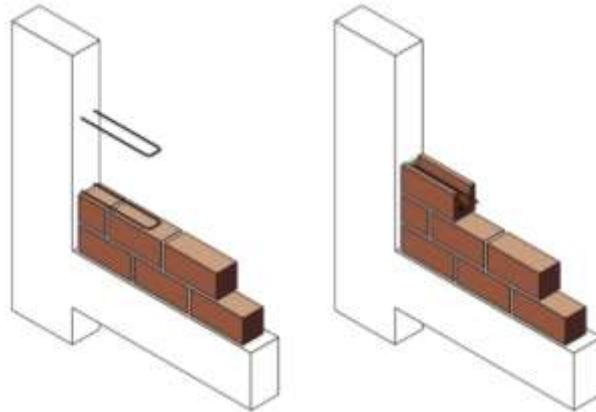
Desse modo, é importante a previsão dos elementos contraventantes em paredes, tais como juntas de amarração nas paredes do tipo L, T ou em cruz, ou dispositivos de fixação em pilares, que, para o caso de estruturas convencionais de concreto armado, usualmente são empregadas telas metálicas galvanizadas ou, para ligações mais fortes, ganchos de aço (“ferros-cabelo”) introduzidos na armadura do pilar. As figuras 2 e 3 ilustram tais fixações.

Figura 2 – Fixação com telas metálicas



Fonte: Thomaz *et al*, 2009.

Figura 3 – Fixação com “ferro-cabelo”



Fonte: Thomaz *et al.*, 2009.

O encunhamento da alvenaria de blocos cerâmicos de vedação, ou seja, sua fixação com lajes ou vigas superiores, pode ser feito, ainda segundo o código, por dois métodos. O primeiro deles utiliza o assentamento de tijolos inclinados com argamassa fraca para amortecer as deformações estruturais transmitidas às paredes. O segundo meio de realizar tal amortecimento é utilizando poliuretano expansivo, para os casos de maior necessidade de absorção dessas deformações, como por exemplo em paredes com muitas aberturas ou muito extensas. Independentemente do tipo de encunhamento, este deve ser postergado ao máximo em relação à elevação das alvenarias, sendo então realizado em pavimentos alternados. Tal medida visa evitar que as cargas sejam transmitidas entre pavimentos sucessivos.

Além disso, vergas e contravergas devem ser previstas em contornos de vãos presentes nas paredes, tais como janelas e portas, a fim de absorver as tensões que se concentram nesses contornos. Para garantir isso, devem ser realizados traspasses de no mínimo 20 cm em cada lado da abertura. Ainda, para os casos de aberturas próximas, pode-se utilizar uma única estrutura contínua, tanto acima quanto abaixo do vão. Normalmente, em alvenarias de vedação de blocos cerâmicos, as vergas são executadas com concreto e armadura de no mínimo dois ferros de 6 mm. Há casos especiais em que o requerimento é maior e deve-se dimensionar tais detalhes como vigas.

3.1.2 Alvenaria de vedação com blocos de gesso

A execução do SVVI de blocos de gesso teve normatização relativamente recente, através da NBR 16657, de 2017. Os requisitos do bloco também datam deste ano, e são descritos na NBR 16494. Apesar disso, anos antes, a utilização desse material já era considerada, de acordo com Lordsleem Jr e Neves (2012), que relatam grande interesse por tal opção, dadas as vantagens divulgadas às construtoras.

De acordo com a NBR 16494 (2017, p.1), os blocos de gesso são “componentes fabricados industrialmente compostos basicamente de gesso, com formato paralelepípedo, (...) possuindo duas faces planas e lisas, com encaixes macho e fêmea opostos”. Ainda segundo a mesma, tal material pode ser classificado quanto à diversas características. Ademais, a cor do bloco é definida a partir de tal classificação, afim de facilitar, no canteiro de obras, a identificação dos mesmos, que usualmente são dispostos em posições diferentes, de acordo com as necessidades do ambiente em que forem assentados. Desse modo, a Tabela 2 expõe a classificação e a Tabela 3 mostra as cores por tipo.

Tabela 2 – Classificação dos blocos

CARACTERÍSTICA	TIPOS
Absorção de água	Simple e hidrofugado
Densidade	Baixa, média e alta
Dureza	Baixa, média e alta
Distribuição de massa	Compacto e vazado
Reforço com fibras	Com ou sem reforço

Fonte: ABNT NBR 16494, 2017.

Tabela 3 – Identificação dos blocos por cor

CARACTERÍSTICA	COR
Densidade alta	Verde
Densidade média	Branco
Densidade baixa	Amarelo
Densidade alta para hidrofugados	Rosa
Densidade média para hidrofugados	Lilás ou rosa
Densidade baixa para hidrofugados	Azul

Fonte: ABNT NBR 16494, 2017.

Os blocos hidrofugados devem ser utilizados em ambientes úmidos ou em regiões de contato com água, enquanto que os simples podem ser usados em áreas onde isso não ocorre. É importante ressaltar que a utilização dos blocos hidrofugados não isenta a necessidade do sistema de impermeabilização, devendo ser executado conforme previsto em norma, e do revestimento cerâmico, até a altura mínima de 1,5 m. A escolha da densidade, dureza e necessidade de reforço com fibras vai depender da solicitação da parede com relação a cargas. A densidade, de acordo com a divisão da norma dos tipos de bloco, está na Tabela 4.

Tabela 4 – Densidade dos blocos

CLASSIFICAÇÃO	DENSIDADE (Kg/m ³)
Alta densidade	≥1100
Média densidade	≥800,0 e <1100,0
Baixa densidade	≥600,0 e <800,0

Fonte: ABNT NBR 16494, 2017).

Ainda, segundo Lordsleem Jr e Neves (2012), em consonância com Leitão (2010), os blocos vazados são utilizados para reduzir o peso das paredes e/ou propiciar maior isolamento

térmico e acústico, sendo ainda facilitadores da colocação de instalações, enquanto os blocos maciços permitem a construção de paredes com maior altura. As dimensões do bloco são de 666 mm de comprimento, 500 mm de altura e espessura de 50, 70, 76, 80 ou 100 mm. A norma estabelece a espessura de 50 mm como sendo a mínima para utilização na execução de vedações verticais. Para os blocos de gesso vazados, a espessura mínima entre a abertura e a face lisa é de 15 mm. Exemplares de blocos de gesso são visualizados na Figura 4.

Figura 4 – Blocos de gesso



Lordsleem Jr e Neves (2012) também afirmam que as sequências construtivas das vedações com blocos de gesso e cerâmicos se assemelham, havendo, entretanto, diferenças nas condições de início, locação e assentamento da primeira fiada, elevação, fixação superior e acabamento final. A NBR 16657 (2017) descreve como deve-se proceder na execução do sistema que utiliza os blocos de gesso. Para execução da primeira fiada da alvenaria interna, é recomendado a utilização de blocos hidrofugados. O gesso-cola é utilizado para assentar o bloco tanto na parte vertical, entre blocos ou entre bloco e pilar/parede, como no piso ou contrapiso. Nos blocos hidrofugados, deve ser utilizado o gesso-cola hidrofugado. As demais fiadas devem se desencontrar, em no mínimo 20 cm, para garantir a amarração da parede. A Figura 5 ilustra a primeira fiada com blocos hidrofugados e a amarração dos blocos.

Figura 5 – Paredes de vedação de alvenaria de blocos de gesso



Fonte: Oliveira, 2022.

Assim como as alvenarias de blocos cerâmicos, também são recomendados comprimentos e alturas máximas entre elementos contraventantes, de acordo com a espessura do bloco de gesso. No caso de dimensões maiores que as especificadas, recomenda-se a utilização de elementos estruturadores. A Tabela 5 mostra tais valores limites.

Tabela 5 – Alturas e distâncias máximas de paredes de vedação em blocos de gesso

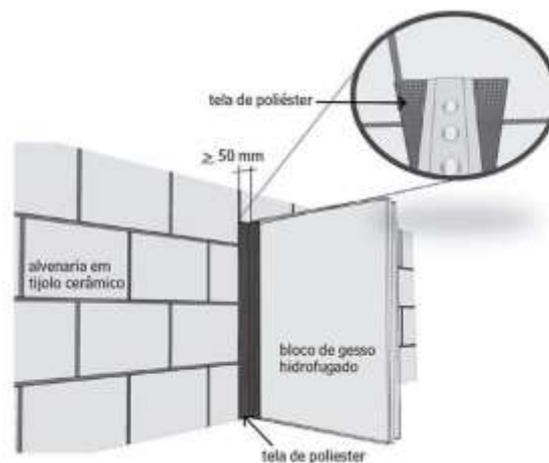
LARGURA DO BLOCO (cm)	PAREDES INTERNAS	
	ALTURA MÁXIMA (cm)	COMPRIMENTO MÁXIMO (cm)
5	300	500
7	300	500
8	300	500
10	400	500

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 16675, 2017).

Nos encontros da alvenaria de gesso com outros tipos de alvenaria, ou ainda com elementos estruturais, deve ser utilizado gesso cola com tela flexível, após a execução, em no mínimo 5 cm para cada lado, em todo o comprimento do encontro. Tal medida visa evitar o

aparecimento de fissuras devido a diferentes módulos de deformação. A Figura 6 ilustra a utilização da tela para tal finalidade.

Figura 6 – Encontro de paredes de alvenaria de gesso e convencional



Fonte: Técnica, 2016.

Também devido a deformações estruturais, na execução da última fiada, deve-se deixar um espaço entre ela e a laje ou viga acima, devendo este ser posteriormente preenchido com material deformável (usualmente poliuretano expansivo). Tal encunhamento deve ser realizado somente após secagem do gesso-cola e, no caso de edifícios, execução da alvenaria no pavimento superior. No mínimo 24 horas após o encunhamento, podem ser realizadas as instalações nas paredes. Para os blocos vazados, as tubulações elétricas devem ser inseridas em seus furos. No caso dos blocos maciços, o diâmetro máximo permitido das tubulações é de menos da metade da espessura do bloco. Os fechamentos devem ser feitos com mistura de gesso para pega lenta e gesso-cola. Nas áreas de corte deve-se recompô-las com gesso cola, sendo colocadas telas rígidas não-metálicas, e, após recomposição, arrematar com telas flexíveis com traspasse de 5 cm para todos os lados.

Assim como na alvenaria convencional, para alguns casos, devem ser utilizadas vergas e contravergas nas aberturas das paredes compostas por blocos de gesso. A NBR 16657 (2017) indica a necessidade de tais componentes para vãos maiores que 90 cm, para os casos em que os blocos não estejam apoiados em 20 cm para os lados ou para os casos de altura do bloco acima do vão ser menor do que 20 cm. As vergas e contravergas devem ter, no mínimo, 10%

do vão de altura mínima e 20% do mesmo de traspasse. Seguindo a lógica abordada do contato da alvenaria com diferentes materiais, telas flexíveis devem ser aplicadas, com traspasse de 5 cm em todos os lados do encontro dos blocos com tal estrutura.

3.2 ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

O Concreto é um material construtivo de suma importância na construção civil desde que se iniciaram os estudos de suas propriedades estruturais no século 19. Trata-se da mistura controlada de Cimento, Água, Agregado Miúdo e Agregado Graúdo, formando um material inicialmente líquido que, após complexas reações de hidratação, geram um corpo lítico com boas propriedades resistivas à compressão.

Entretanto, no que se refere a outros esforços, o concreto é pouco eficiente, como para o caso da tração, cuja resistência por parte do concreto é apenas um décimo da resistência à compressão. Isto foi solucionado a partir da associação do concreto com outros materiais, como por exemplo o aço. Tal união forma o chamado Concreto Armado que possui diversas vantagens construtivas, entre as quais pode-se citar: Boa trabalhabilidade, técnicas requeridas razoavelmente simples e dominadas em todo país, ótima durabilidade, resistência à fogo e vibrações, possibilidade de pré-modelagem, entre outras (CARVALHO E FILHO, 2009).

A concretagem de uma estrutura forma um corpo monolítico único cuja modelagem matemática para cálculo se torna extremamente complexa e inviável para situações cotidianas de engenharia. Entretanto, a forma e a disposição de certos elementos de concreto nos permitem separá-los para analisá-los individualmente, em um processo denominado discretização. Tais elementos variam de acordo com os esforços predominantes sobre eles, bem como sua geometria.

A NBR 6118 (2014) discorre sobre a nomeação de cada elemento de acordo com sua função dentro de um sistema estrutural. Segundo a norma, elementos lineares cujo esforço predominante é a flexão são denominados como vigas, enquanto os elementos cujo esforço predominante é a compressão são denominados como pilares. Já os elementos dispostos em área, denomina-se como placa – ou, mais corriqueiramente, como laje – o elemento estrutural em superfície cujos maiores esforços são perpendiculares ao seu plano. Esses três componentes supracitados são os mais usuais dentro da construção de edifícios. Muitos outros, porém, existem e são descritos na NBR.

Em um projeto de dimensionamento é de vital importância que ocorra a correta análise das ações que serão suportadas pela estrutura. Tais ações se dividem em dois grupos distintos, de acordo com a norma citada anteriormente: As ações permanentes, que vão estar atuando na estrutura sem variação relevante durante toda sua vida útil, e as variáveis, cuja intensidade e tempo de atuação variam no decorrer da utilização da construção.

O tipo de carga permanente de maior relevância para o projeto se refere ao peso da estrutura em si e dos corpos suportados pela estrutura. Nessa segunda parcela entram as cargas relacionadas ao peso do piso, contrapiso, forro e também das paredes, esta que pode estar aplicada na viga, como carga distribuída, quando a parede estiver disposta sobre ela, ou na laje, uniformemente distribuída quando armada em duas direções. Para os casos de lajes armadas em uma direção, o comportamento é distinto e a estrutura deve ser calculada como uma viga na direção da armadura positiva principal. Invariavelmente, a carga gerada pelas vedações será considerada para o dimensionamento das vigas e dos pilares que as apoiam, sendo transmitidas para a fundação. Assim, a consideração de paredes mais leves pode ser determinante para a economia em um projeto e execução de estrutura.

De maneira geral, as cargas a serem inseridas no cálculo de estrutura estão descritas na NBR 6120 (2019). Destacam-se nessa norma as tabelas que devem ser utilizadas para inferir o peso próprio de variados materiais de construção e as cargas acidentais sobre as lajes. Esta última, que envolve as ações variáveis, apresentam os carregamentos de acordo com a utilização do espaço apoiado sobre a laje e, em casos em que a laje apoia diversos espaços com utilizações distintas, pode-se considerar a carga acidental de maior valor. A NBR 6118 ainda descreve outros tipos de cargas variáveis, como a ação do vento e de estruturas utilizadas durante a fase de construção.

3.3 ORÇAMENTO

Um dos principais pontos do gerenciamento das obras, de acordo com Limmer (1997) e Mattos (2010), trata-se do planejamento da mesma. Para alcançar níveis de qualidade e produtividade, é fundamental que parâmetros como prazo, riscos, fluxo de caixa e custos estejam estimados. O orçamento, nesse contexto, faz parte do amplo espectro envolvido para o controle de uma obra. Ainda de acordo com o primeiro autor, o orçamento consiste em determinar os gastos, em termos quantitativos, que são necessários para que um projeto se realize, devendo satisfazer a objetivos, tais como definição do custo de execução de cada atividade, servir como referência quanto ao rendimento dos recursos utilizados na execução e desenvolvimento de coeficientes técnicos confiáveis.

Existem diversos métodos para execução de um orçamento, que dependem do nível de precisão exigido na análise. A quantidade de informações disponíveis, dados os detalhamentos dos projetos, podem possibilitar ou não o levantamento mais preciso dos gastos. Assim, podem ser feitos por estimativa de custos, um orçamento preliminar ou analítico. O primeiro deles é uma avaliação feita com base em comparação com projetos similares e custos históricos, a partir de alguns indicadores como o CUB – Custo Unitário Básico, que determina os custos por m² de diferentes tipos de edificação, de acordo com o local. O orçamento preliminar, por sua vez, pode ser a partir de indicadores estruturais, de alvenaria, instalações por m² ou ainda uma estimativa por etapa de obra, a partir dos percentuais de representatividade de cada uma no custo.

O método mais preciso, o analítico, ou da quantificação, segundo Limmer (1997), consiste na quantificação de insumos e composição dos custos unitários. A composição de custos unitários pode ser definida como a representação da quantidade de insumos (material, equipamentos e horas de mão-de-obra) diretamente necessários para a execução de uma unidade de serviço. Assim, o custo total de uma atividade será o produto da quantidade a ser executada pelo custo de produção de uma unidade do serviço. As tabelas referenciais de composições mais comumente utilizadas no Brasil são as do SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Algumas empresas, em obras de âmbito privado, podem utilizar dados próprios para tal.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 ESTUDOS DE VANTAGENS

São muitos os estudos realizados ao longo dos anos que estabelecem comparações entre a utilização dos SVVI de alvenaria de blocos cerâmicos e de gesso. A partir dos trabalhos analisados, foram observadas vantagens dos blocos de gesso, as quais são expostas resumidamente na Tabela 6, juntamente com as fontes pesquisadas.

Tabela 6 – Benefícios da utilização do bloco de gesso

FONTES	VANTAGEM RELATADA
Pires sobrinho (2011), Pontes (2018), Winkler (2019)	Menor tempo de execução das vedações.
Pires Sobrinho <i>et al.</i> (2010), Lordsleem Jr e Neves (2012), Pontes (2018)	Maior área útil dos ambientes.
Lordsleem Jr e Neves (2012)	Possibilidade de instalação sobre o revestimento de piso.
Lordsleem Jr e Neves (2012)	Maior flexibilidade de <i>layout</i> .
Pires sobrinho (2011), Lordsleem Jr e Neves (2012), Pontes (2018)	Paredes mais leves que geram menor sobrecarga na estrutura e fundações.
Lordsleem Jr e Neves (2012), Pires Sobrinho (2021)	Maior precisão dimensional.
Pires Sobrinho (2007), Pires Sobrinho <i>et al.</i> (2009)	Maior capacidade resistente das paredes.
Leitão (2010), Pires Sobrinho (2021)	Facilidade na colocação de instalações.
Pires Sobrinho (2021)	Procedimento limpo e com menor utilização de água.
Pessoa <i>et al.</i> (2020)	Menor emissão de CO ₂ .

Analisando mais a fundo os estudos, os resultados comparativos quanto à produtividade dos dois tipos de alvenaria, obtidos por Pires Sobrinho (2011), constataam menor tempo de serviço para a execução com blocos de gesso, representando 0,68 h/m², contra 1,13 h/m² para a

execução da alvenaria convencional, sendo a produtividade da primeira 67% maior. Em estudos mais recentes, Winkler (2019) realizou medições e constatou valores ainda mais discrepantes: 0,3 e 1,1 h/m² para bloco de gesso e de cerâmica, respectivamente. De acordo com Pontes (2018), tal diferença de produtividade se deve à dispensa de revestimento interno e rejuntamento de argamassas pelo SVVI de blocos de gesso. Nos seus trabalhos mais recentes, Pires Sobrinho (2021) cita as dimensões padronizadas, que permitem que 3 blocos formem 1 m² de alvenaria, como um fator importante para a produtividade. Ele salienta, ainda, a facilidade de execução pelos encaixes tipo macho-fêmea, o que facilita a elevação das paredes, o alinhamento e planicidade. Não obstante, a facilidade do corte da peça favorece o aproveitamento das sobras e embutimento de tubulações.

Quanto à área útil, para um mesmo apartamento (cozinha, sala, 1 quarto e 1 banheiro) com os dois tipos de alvenaria de vedação, acrescidos os revestimentos necessários, Pires Sobrinho (2010) constatou um acréscimo de 0,64 m². Para Pontes (2018), isso se deve à menor espessura do bloco, cuja diferença se acentua ao considerar os revestimentos necessários para o material cerâmico. Assim, ainda pode-se reduzir medidas de portas e esquadrias, o que gera economia.

Outrossim, a escolha pela vedação com blocos de gesso acarreta em menores solicitações na estrutura e nas fundações dos edifícios. Pires Sobrinho (2011) concluiu, através da análise estrutural de edifícios com diferentes números de pavimentos, que a redução das cargas totais na fundação, ao substituir as paredes tradicionais por paredes em blocos de gesso, pode chegar a 15%. A densidade dos blocos de gesso, de acordo com a NBR 16494 (2017), varia de 6 a 11 kN/m³. Tais valores são consideravelmente menores que a dos tijolos furados, definidos pela ABNT NBR 6120 (2019) como 13 kN/m³, ainda mais quando considerado o peso do revestimento a ser aplicado.

Além do menor peso, Pires Sobrinho (2007, 2009), ao comparar paredinhas formadas por blocos de gesso de 10 cm de espessura, assentados com gesso-cola, com alvenarias de blocos cerâmicos chapiscados, com 10 cm de espessura total, e blocos cerâmicos rebocados 3 cm para cada lado, com 15 cm de espessura total, encontrou tensão de ruptura maior para a parede de gesso, de 3,57 Mpa, contra 1,41 Mpa para a parede chapiscada e 1,74 Mpa para a rebocada. As cargas de ruptura foram, respectivamente, 21,4 kN, 8,49 kN e 15,65 kN.

As questões ambientais também devem ser levadas em consideração quando comparados os sistemas. Nesse viés, Pessoa *et al.* (2020) concluiu em seus estudos, através das

construções analisadas, que aquelas que utilizam o bloco de gesso como vedação interna emitem 43,26% menos CO₂ em relação àquelas que utilizam alvenaria convencional. Os valores são de 19,21 e 33,86 kgCO₂/m². Tais valores consideram as emissões geradas na fabricação e também no transporte, no qual as emissões foram maiores para os blocos de gesso no estudo devido às fabricas do bloco de gesso serem mais distantes das obras envolvidas. Assim, considerando apenas a fabricação, a diferença cresce.

Diante do exposto, a utilização de blocos de gesso como alternativa ao sistema tradicional de alvenaria de blocos cerâmicos é viável, podendo gerar ganhos em diversos aspectos para a construtora.

4.2 ESTUDOS DE DESEMPENHO

Um ponto importante a ser abordado são os estudos quanto a aptidão do SVVI de blocos de gesso para desempenhar na edificação, seguindo os requisitos da NBR 15575-4 (2013). Nesse sentido, se aplicam para as vedações internas sem função estrutural: Deslocamentos e estados de fissuração do sistema (sob ação de cargas de serviço, cargas de peças suspensas, impacto do corpo mole, corpo duro e ações transmitidas por portas), segurança contra incêndio, estanqueidade, durabilidade, manutenibilidade e conforto acústico (para as paredes que não são divisórias entre cômodos de uma mesma unidade autônoma).

Assim, a aprovação de tais requisitos pela alvenaria de gesso é importante para analisar sua viabilidade para as funções atribuídas nas obras. Em ensaios laboratoriais realizados no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP) e TECOMAT, seguindo a metodologia prescrita por normas, Oliveira (2022) analisou blocos de gesso de 70 e 100 mm de espessura. Tais blocos atingiram o nível de desempenho mínimo ou intermediário/superior da NBR 15575 para as cargas suspensas, impactos do corpo mole, duro e de fechamento brusco de portas, resistência ao fogo e estanqueidade da água.

Quanto à questão acústica, a norma prevê diferentes níveis mínimos. Os isolamentos acústicos mínimos requeridos, para ensaios de campo (Diferença padronizada de nível ponderada $D_{nT,w}$, em dB) e em laboratórios (Índice de redução sonora ponderado R_w , em dB), de acordo com os ambientes que compartilham as paredes divisórias, estão informados pela tabela 7.

Tabela 7 – Requerimento da vedação interna quanto ao conforto acústico

Elemento	R_w (dB)	$D_{nT,w}$ (dB)	Nível de desempenho
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente de dormitório	45 a 49	40 a 44	Mínimo
	50 a 54	45 a 49	Intermediário
	≥ 55	≥ 50	Superior
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	50 a 54	45 a 49	Mínimo
	55 a 59	50 a 54	Intermediário
	≥ 60	≥ 55	Superior
Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria dos pavimentos	35 a 39	30 a 34	Mínimo
	40 a 44	35 a 39	Intermediário
	≥ 45	≥ 40	Superior

Fonte: ABNT NBR 15575-4, 2013.

Baseado nesses parâmetros, e a partir dos ensaios normatizados, Junior *et al* (2014) relatou que as paredes avaliadas, compostas por blocos de gesso maciços de 10 cm, em campo, atenderam aos requisitos mínimos para serem utilizadas entre unidades autônomas, para situações que não haja dormitórios (40 dB). As paredes avaliadas em laboratório, entretanto, somente atendem aos requisitos para paredes entre unidade autônoma e área comum de trânsito (39 dB). Em contrapartida a tal estudo, os valores obtidos de $D_{nT,w}$ por Andrade *et al* (2018), de 39 dB, mesmo sendo realizado em campo, inviabiliza o uso das paredes de gesso sem outras camadas para as paredes de geminação.

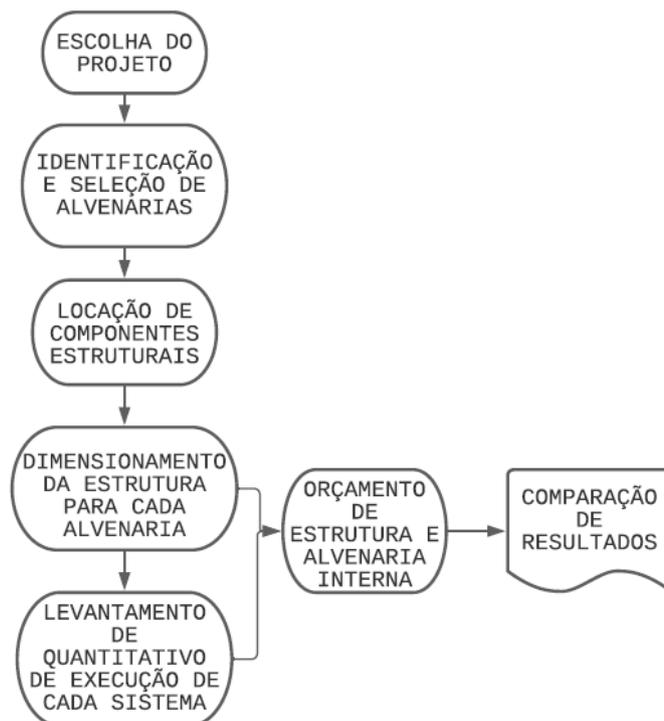
Para que o uso dos blocos de gesso entre unidades autônomas, onde não haja ambiente dormitório, esteja respeitando os níveis de desempenho normativos, de acordo com Oliveira (2022), faz-se necessária a aplicação de pasta de gesso para revestimento, de 2,5 cm de espessura, de ambos os lados da parede composta por blocos maciços de 10 cm. Desse modo, a parede atingirá R_w de 45 dB. Para requisições maiores, como a presença de ambientes dormitórios, paredes duplas de pelo menos 7 cm de espessura cada, somadas a uma camada de 50 mm de um bom elemento isolante acústico entre elas, como lã de vidro, devem ser utilizadas.

5 METODOLOGIA

Inicialmente, foram realizadas pesquisas no Scielo, em repositórios de Universidades nacionais e no Google Acadêmico, com o propósito de adquirir conhecimento quanto às etapas de execução da alvenaria de vedação interna com blocos cerâmicos e de gesso, além das informações relativas à produtividade, trabalhabilidade, impactos em demais atividades da obra e aspectos normativos. Foram analisados estudos de caso, testes quanto à conformidade com a Norma de Desempenho e orçamentos.

De posse das vantagens relatadas pelo uso da alvenaria de vedação interna de blocos de gesso, buscou-se fazer uma comparação que atestasse financeiramente os benefícios da escolha por tal sistema com relação àquele mais usualmente empregado nas obras do Brasil, que é de alvenaria de blocos cerâmicos. Para tanto, as seguintes fases foram desenvolvidas, conforme expõe o fluxograma abaixo:

Figura 7 – Sequência de ações para elaboração do trabalho



Nos próximos subtópicos, serão descritos os procedimentos das etapas acima, atentando-se aos pormenores que aspiram uma maior precisão dos resultados.

5.1 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

Foi escolhido um projeto arquitetônico para servir de base para o comparativo, o qual trata-se de uma edificação residencial de médio padrão, prevista para ser construída em um terreno no Miramar, na cidade de João Pessoa-PB. A obra prevê um pavimento térreo, com 7 garagens, um apartamento com área externa privativa, corredor com escada e dois pavimentos tipo, contendo cada um 3 apartamentos e corredores com escada. Acima da coberta há ainda uma laje destinada ao reservatório de água. As demais informações do empreendimento estão presentes na Tabela 8.

Tabela 8 – Áreas do edifício

Área do terreno	360,00 m ²
Térreo	191,47 m ²
Área estac. (7 autos)	93,35 m ²
Escada/Hall Térreo	29,22 m ²
Apartamento Térreo	68,90 m ²
Pavimento tipo (x2 pavimentos)	389,74 m ²
Apartamentos tipo	171,03 m ²
Escada/Hall	22,01 m ²
Área técnica	1,83 m ²
Pavimento tipo	194,87 m ²
Área total de construção	487,86 m ²
Área para cálculo da taxa de ocupação	171,03 m ²
Área para cálculo do I.A.	410,96 m ²
Taxa de ocupação	47,51 %
Índice de Aproveitamento	1,140
Área permeável total	67,33 m ²
Porcentagem de área permeável	18,7 %
Área permeável 01	54,16 m ²
Área permeável 02	12,97 m ²
Área Equivalente Global	645,19 m ²

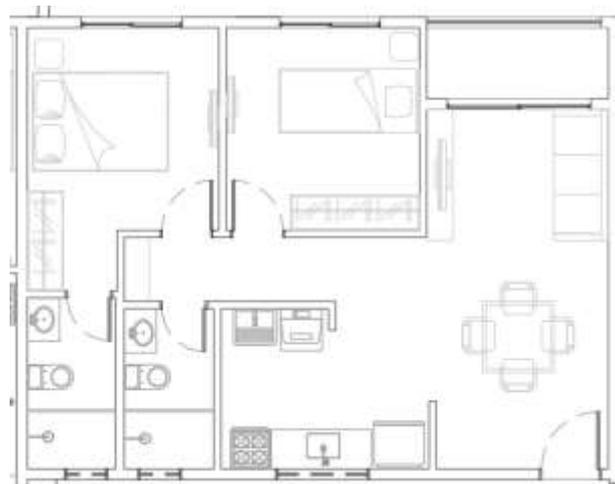
Os apartamentos com terminação 03 possuem uma suíte, um banheiro social, um quarto, área de serviço e cozinha ligada à sala e varanda, com área total de 51,27 m². A planta baixa está disponível na Figura 8.

Figura 8 – Apto. 03



Os apartamentos com terminação 02 também possuem uma suíte, banheiro social, um quarto, área de serviço e cozinha ligada à sala, com varanda. A área total é de 53,63 m² e a planta pode ser vista na Figura 9.

Figura 9 – Apto. 02



Os apartamentos com terminação 01 têm os mesmos ambientes que os demais, com um quarto a mais. O mesmo é válido para o apartamento térreo, que possui ainda uma área externa privativa. As áreas do tipo 01 e do apto. térreo (considerada área externa) são, respectivamente, 66,13 e 123,06 m². As Figuras 10 e 11 ilustram as plantas baixas de ambos.

Figura 10 – Apto. 01



Figura 11 – Apto. Térreo



5.2 CARACTERÍSTICAS E DISPOSIÇÃO DAS ALVENARIAS

Por definição, as alvenarias que compõem o SVVI do térreo e do pavimento tipo estão hachuradas na cor vermelho nas Figuras 12 e 13. Desse modo, o presente estudo foi embasado na comparação entre a realização destas com alvenaria de blocos cerâmicos e de gesso, seguindo alguns critérios, abordados a seguir.

Figura 12 – Paredes pertencentes ao SVVI no Térreo

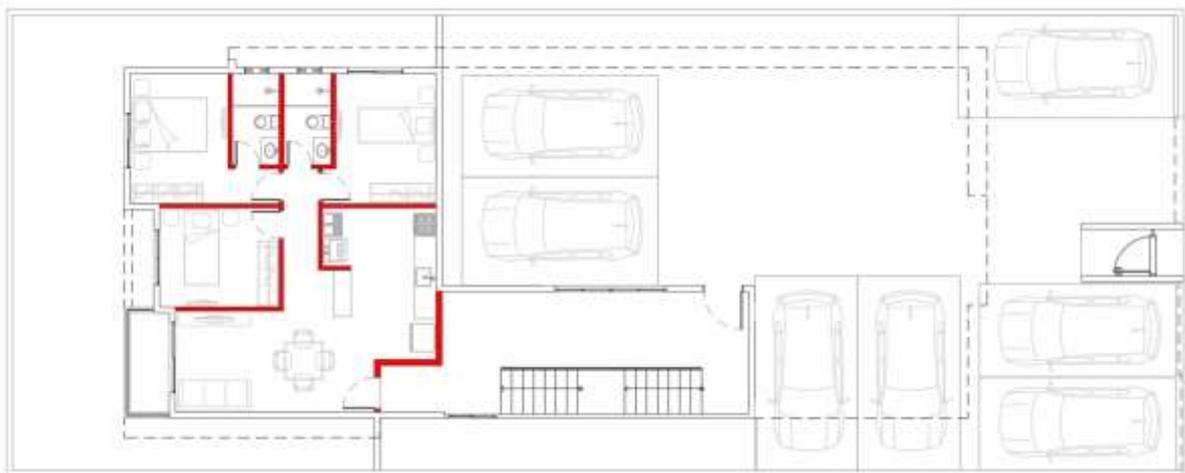


Figura 13 – Paredes pertencentes ao SVVI nos Pavimentos Tipo



O único trecho desconsiderado para comparação foi a vedação entre dormitórios dos tipos 01 e 02, em azul na figura 13, pela necessidade de aplicação de paredes distintas para

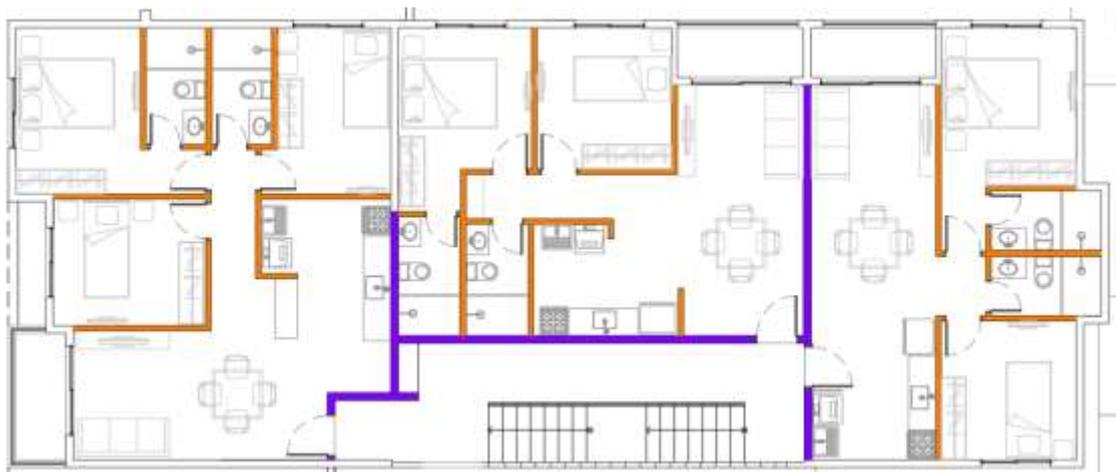
atendimento à NBR 15575, com paredes duplas de gesso revestidas de lã de vidro, conforme já abordado em 4.2. Para a elaboração do caso de utilização da alvenaria de blocos cerâmicos, foram considerados blocos de 9 cm para divisórias de cômodos de uma mesma unidade habitacional e blocos de 14 cm para paredes divisórias entre apartamentos e entre apartamento e área comum do edifício.

Além disso, foi considerada uma camada de reboco de 1,5 cm de espessura, em cada face de todas as paredes, bem como demais revestimentos usuais em áreas molhadas. Dessa forma, as figuras 14 e 15 mostram a composição de cada parede, nos pavimentos térreo e tipo, para o caso da utilização da alvenaria de blocos cerâmicos. Nelas, a cor laranja representam as paredes compostas por blocos de 9 cm de espessura e a cor roxa as de 14 cm.

Figura 14 – Vedação de blocos cerâmicos no Térreo



Figura 15 – Vedação de blocos cerâmicos no Pav. Tipo



Ademais, para o caso da alvenaria de gesso, esta tem espessura e serviços diferentes, de acordo com as necessidades de atendimento à Norma de Desempenho. Assim, baseando-se nas informações coletadas nos trabalhos de Júnior *et al* (2014), Andrade *et al* (2018) e Oliveira (2022), foram utilizados blocos de 7 cm de espessura, vazados, para a alvenaria de paredes entre os cômodos de um mesmo apartamento; Blocos de 10 cm de espessura, maciços, foram utilizados nas divisórias de apartamentos com corredores; O mesmo bloco, acrescido de uma camada de 2,5 cm de gesso, em cada face, foi utilizado em paredes divisórias entre apartamentos, nos casos em que tais paredes não fossem compor vedações de dormitórios. Ao todo, considerando as paredes internas e externas do térreo, pavimentos tipo e coberta, 44,72% da alvenaria de blocos cerâmicos do edifício foi substituída pela de gesso.

As Figuras 16 e 17 especificam a composição de cada parede, nos pavimentos térreo e tipo, para este caso. Nas imagens, as paredes em cor azul claro representam aquelas compostas por blocos maciços de 10 cm de espessura, a cor rosa representa as paredes de blocos vazados de 7 cm de espessura e as paredes de cor azul escuro indicam aquelas compostas por blocos maciços, de 10 cm de espessura, com uma camada de revestimento de gesso de 2,5 cm em cada face.

Figura 16 – Vedação de blocos de gesso no Térreo

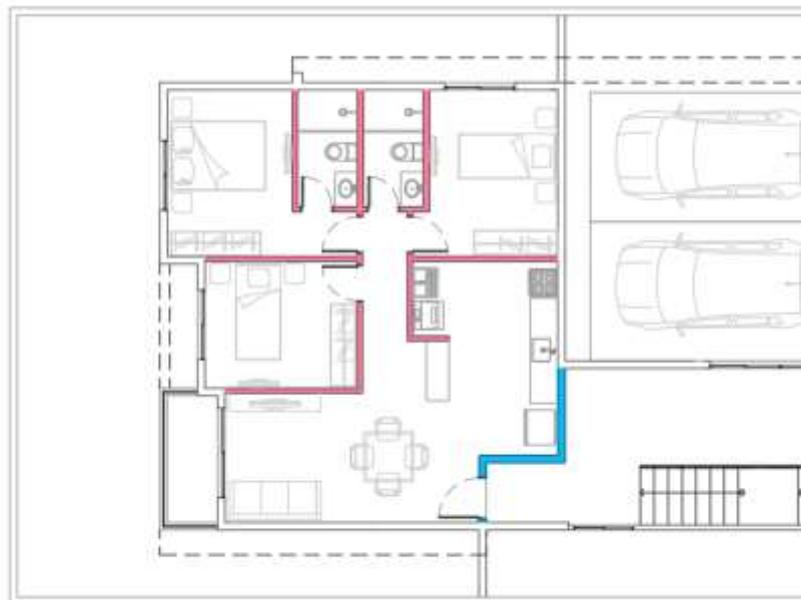
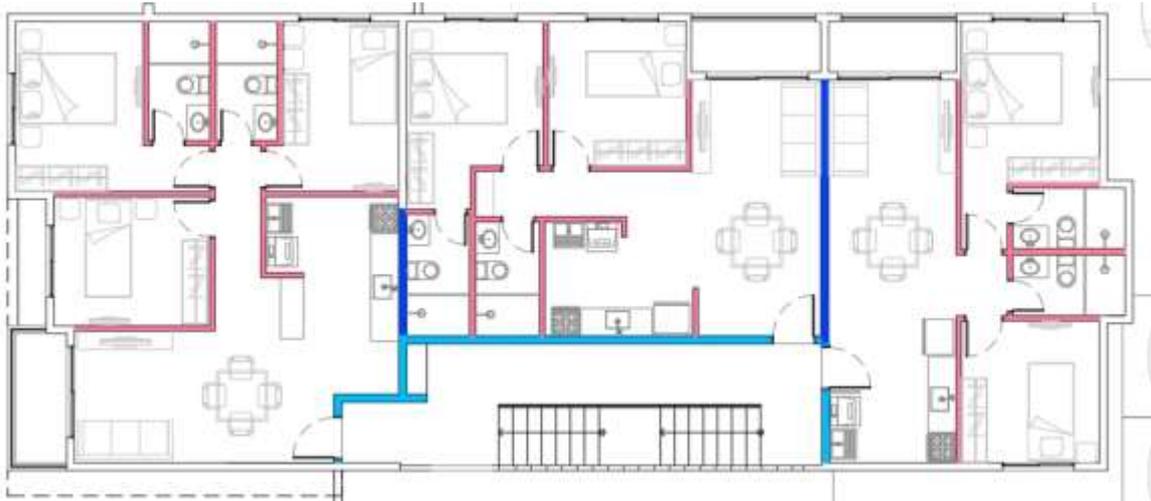


Figura 17 – Vedação de blocos de gesso no Pav. Tipo



5.3 CONSIDERAÇÕES PARA O DIMENSIONAMENTO

Conforme explicitado em 3.2.2, as cargas na estrutura devido ao peso das vedações têm impacto no dimensionamento. Assim, foram dimensionadas duas estruturas, uma considerando os esforços solicitantes da alvenaria de vedação interna de blocos cerâmicos com a camada de reboco; Outra considerando os esforços menores das paredes compostas pelos blocos e eventuais camadas de gesso. Os valores considerados para as paredes de blocos cerâmicos, revestimentos relativos, pisos, pastilhas e demais materiais foram referenciados da NBR 6120 (2019). Como tal norma não contempla o valor a ser considerado para os blocos de gessos, foram utilizadas informações disponibilizadas por fabricantes em seus sites. A Tabela 9 informa as cargas consideradas para cada tipo de parede, de acordo com a espessura, sem considerar revestimentos adicionais em áreas úmidas.

Tabela 9 – Pesos das vedações

MATERIAL	ESPESSURA (cm)	PESO (kN/m ²)
Bloco de gesso	7 vazado	0,56
Bloco de gesso	10 compacto	1,03
Bloco de gesso + argamassa de gesso	2,5 + 10 compacto + 2,5	1,78
Bloco cerâmico + argamassa de cimento, areia e cal	1,5 + 9 + 1,5	1,35
Bloco cerâmico + argamassa de cimento, areia e cal	1,5 + 14 + 1,5	1,7

A disposição dos elementos (viga, laje e pilar) estão em mesma posição para as duas simulações, que foram realizadas no *software* AutoCad, buscando a compatibilização com o projeto arquitetônico, de modo que o máximo de paredes pudessem estar apoiadas diretamente nas vigas e os pilares não interferissem no *layout* dos cômodos e garagens. O processo de dimensionamento respeitou as preconizações da NBR 6118 (2014) e foi realizado utilizando a versão estudantil do programa TQS, que oferece maior facilidade e rapidez. A laje treliçada foi escolhida para dimensionamento, visto o uso comum dessa estrutura em edificações deste porte e de mesma finalidade.

Todos os elementos, para os casos estudados, mantiveram as mesmas dimensões de seção, de modo que apenas as armações são alteradas de uma estrutura para outra. Tal medida visa reduzir as variáveis estudadas, visto que a ampliação ou diminuição das dimensões das estruturas também altera a quantidade de ferro necessária. O programa, após calculada a estrutura, disponibiliza o quantitativo de materiais a serem utilizados na execução.

As Figuras 18, 19 e 20 ilustram as plantas de fôrmas da fundação, Pav. Térreo e Tipo, utilizadas em ambos os casos para o comparativo. A cobertura, por ser igual nos dois casos, não entra no estudo. O reservatório e a escada foram considerados na estrutura, mas também não apresentam diferenças.

Figura 18 – Planta de fôrmas da fundação

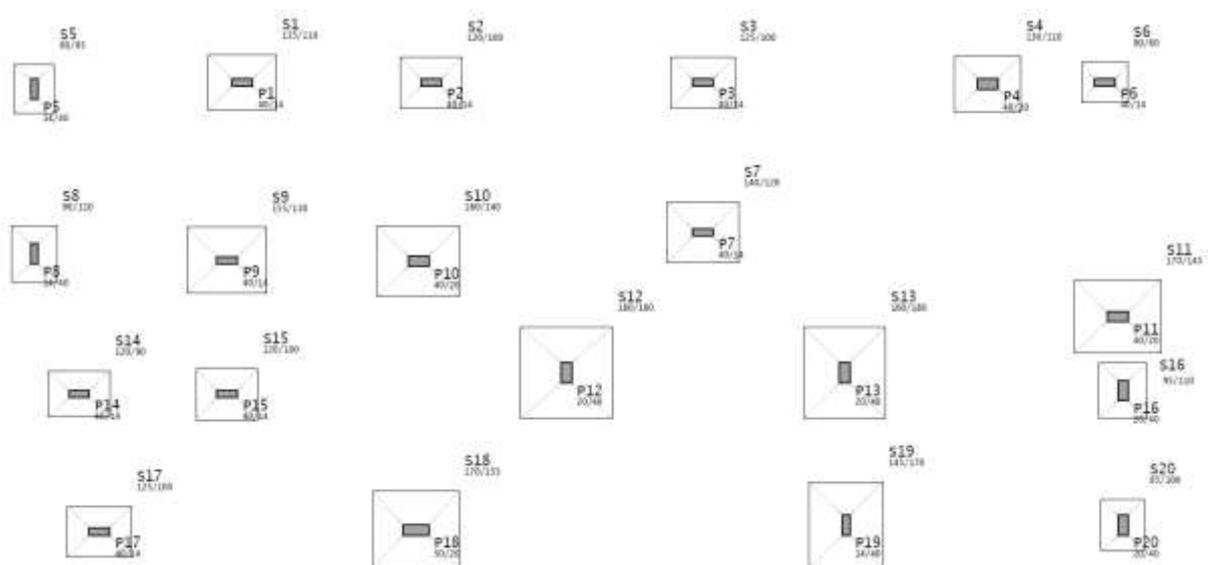


Figura 19 – Planta de fôrmas do Térreo

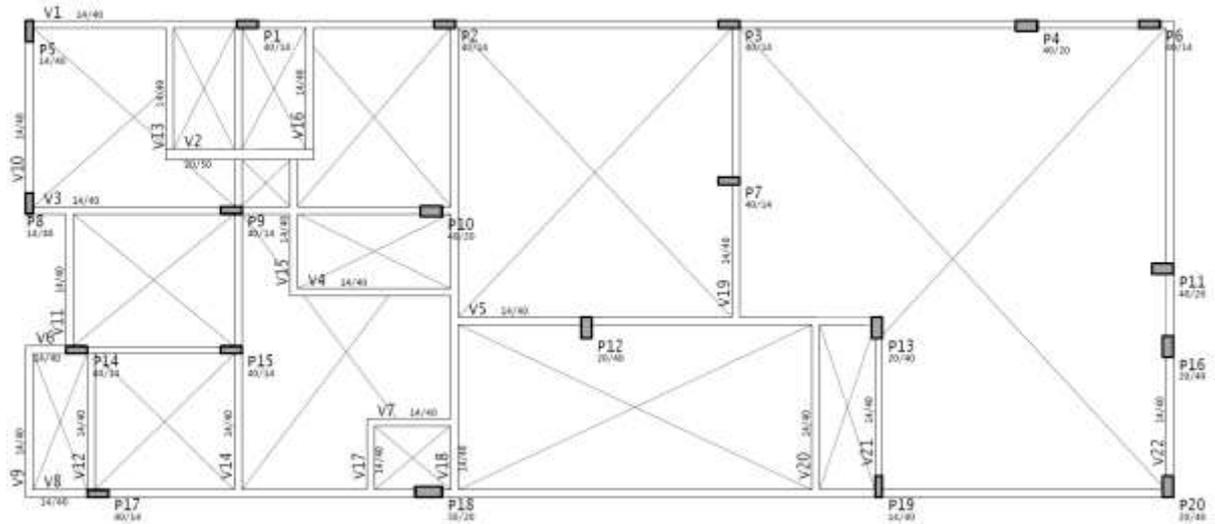
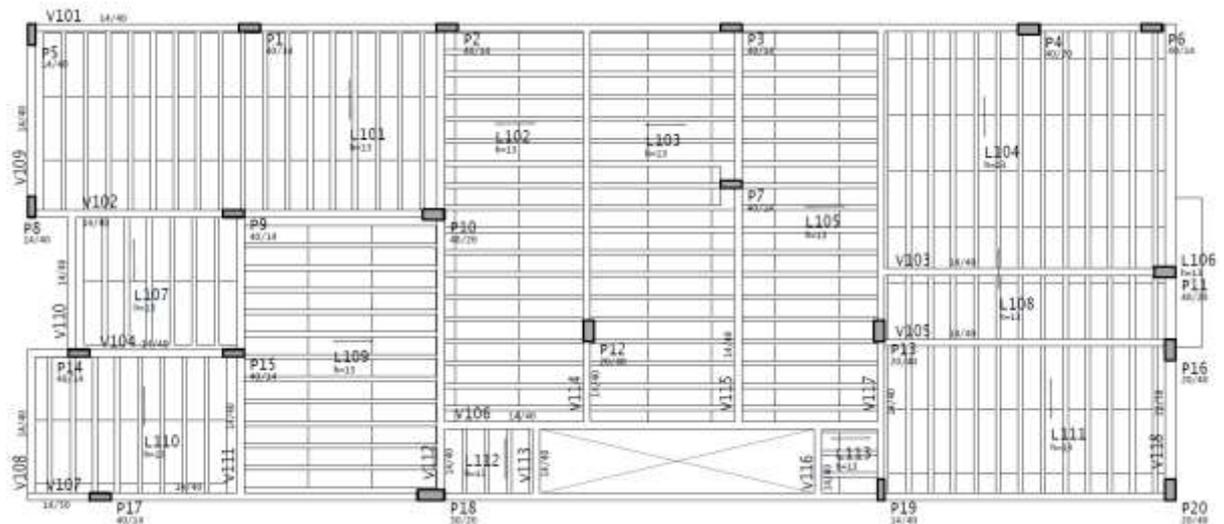


Figura 20 – Planta de fôrmas do Pav. Tipo



Após os dois dimensionamentos e de posse dos projetos, foram orçadas as duas estruturas, utilizando as tabelas de composição do SINAPI-PB de Março de 2023, listadas na Tabela 10, podendo-se traçar um comparativo da estimativa de custo de ambas. Por não ofertar o preço da armação de vigotas da laje treliçada detalhadamente, foram utilizados os preços das armações de ferragens em laje convencional.

Tabela 10 – Valor de cada serviço, por kg de ferro

Código SINAPI	Serviço	Unidade	Valor
96543	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	17,13
96544	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	16,15
96545	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	15,15
96546	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	13,59
96547	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	11,52
96548	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	10,92
96549	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	12,13
96550	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 25 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	11,84
92759	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	14,26
92760	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	13,91
92761	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	13,38
92762	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	12,12
92763	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	10,31
92764	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	10,05
92765	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	11,51
92766	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 25,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	11,42
92767	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 4,2 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	15,43
92768	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	13,88
92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	13,51
92770	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	12,99
92771	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	11,75
92772	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	9,97
92773	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	9,83
92774	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	11,38

Fonte: SINAPI, 2023.

5.4 CONSIDERAÇÕES PARA OS CUSTOS DE EXECUÇÃO

Com o intuito de levantar os custos da execução de cada serviço complementar a cada tipo de alvenaria, foram medidos os quantitativos, na planta de arquitetura executiva da edificação, por meio do AutoCad. Visando maior precisão nos valores orçados finais, as medidas foram compatibilizadas com o projeto estrutural, de modo que a altura das paredes foram consideradas pela diferença do pé esquerdo previsto na arquitetura (2,90 m) subtraído da altura da laje ou viga que está sobre tal vedação. Da mesma maneira foi feita para as camadas de gesso que revestem os blocos do mesmo material, nas vedações divisórias entre apartamentos, e para a argamassa que reveste os blocos cerâmicos. As composições de custos consideradas para a execução dos blocos cerâmicos são mostradas nas Tabelas 11, 12, 13 e 14. Como não há uma composição específica para a espessura de 1,5 cm de reboco, foi feita uma relação de proporção entre os valores encontrados para execução da espessura de 1 e 2 cm, dividindo a diferença de custo gerada pela alteração de espessura pela metade, e somando esse valor ao total da composição de 1 cm, totalizando R\$24,98 por m².

Tabela 11 – Composição de custos para bloco cerâmico de 9 cm de espessura

Código	Serviço					Unidade
103328	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021					M2
TIPO ITEM	CÓDIGO ITEM	DESCRIÇÃO ITEM	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
INSUMO	7271	BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDACAO, 8 FUROS NA HORIZONTAL, DE 9 X 19 X 19 CM (L X A X C)	UN	28,31	0,70	19,81
INSUMO	34557	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 7,5* CM	M	0,42	2,38	0,99
INSUMO	37395	PINO DE ACO COM FURO, HASTE = 27 MM (ACAO DIRETA)	CENTO	0,005	40,33	0,20
COMPOSIÇÃO	87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	0,0091	492,57	4,48
COMPOSIÇÃO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,61	21,98	35,38
COMPOSIÇÃO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,805	17,27	13,90
VALOR TOTAL						74,76

Tabela 12 – Composição de custos para bloco cerâmico de 14 cm de espessura

Código	Serviço					Unidade
103324	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 14X19X39 CM (ESPESSURA 14 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021					M2
TIPO ITEM	CÓDIGO ITEM	DESCRIÇÃO ITEM	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
INSUMO	34547	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA /ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 12* CM	M	0,42	3,76	1,57
INSUMO	37395	PINO DE ACO COM FURO, HASTE = 27 MM (ACAO DIRETA)	CENTO	0,01	40,33	0,4
INSUMO	37593	BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDACAO, FUROS NA VERTICAL, 14 X 19 X 39 CM (NBR 15270)	UN	13,6	2,3	31,28
COMPOSIÇÃO	87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	0,0118	492,57	5,81
COMPOSIÇÃO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,86	21,98	18,9
COMPOSIÇÃO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,43	17,27	7,42
VALOR TOTAL						65,38

Fonte: SINAPI, 2023.

Tabela 13 – Composição de custos para emboço de 1 cm de espessura

Código	Serviço					Unidade
87549	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA ENTRE 5M2 E 10M2, ESPESSURA DE 10MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014					M2
TIPO ITEM	CÓDIGO ITEM	DESCRIÇÃO ITEM	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
COMPOSIÇÃO	87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	0,0213	492,57	10,49
COMPOSIÇÃO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,31	21,98	6,81
COMPOSIÇÃO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,114	17,27	1,96
VALOR TOTAL						19,26

Fonte: SINAPI, 2023.

Tabela 14 – Composição de custos para emboço de 2 cm de espessura

Código	Serviço					Unidade
87531	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA ENTRE 5M2 E 10M2, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014					M2
TIPO ITEM	CÓDIGO ITEM	DESCRIÇÃO ITEM	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
COMPOSIÇÃO	87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	0,0376	492,57	18,52
COMPOSIÇÃO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,43	21,98	9,45
COMPOSIÇÃO	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,158	17,27	2,73
VALOR TOTAL						30,70

Fonte: SINAPI, 2023.

Da mesma forma, para os blocos de gesso, foram utilizadas composições do SINAPI, afim de se obter os preços unitários dos serviços relacionados à execução desse sistema de vedação. Tais composições são compostas pelos itens das Tabelas 15, 16, 17 e 18. Para o revestimento de 2,5 cm de gesso entre as paredes que separam unidades autônomas, foi realizado uma relação de proporção entre os valores encontrados para execução da espessura de 1 e 1,5 cm, multiplicando a diferença de custo gerada pelo acréscimo de 0,5 cm de espessura por 3 e somando esse valor à espessura de 1 cm, totalizando R\$57,55 por m².

Tabela 15 – Composição de custos para bloco de gesso vazado de 7 cm de espessura

Código	Serviço					Unidade
101157	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS DE GESSO DE 7X50X66CM (ESPESSURA 7CM). AF_05/2020					M2
TIPO ITEM	CÓDIGO ITEM	DESCRIÇÃO ITEM	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
INSUMO	34584	BLOCO DE GESSO VAZADO, BRANCO, E = *7* CM, DIMENSOES *67 X 50* CM	M2	1,027	41,64	42,76
INSUMO	44324	GESSO COLA, EM PO, PARA FIXACAO DE MOLDURAS, SANCAS E BLOCOS DE GESSO	KG	0,010	2,72	0,02
COMPOSIÇÃO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,484	21,98	10,63
COMPOSIÇÃO	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,242	17,27	4,17
VALOR TOTAL						57,58

Fonte: SINAPI, 2023.

Tabela 16 – Composição de custos para bloco de gesso maciço de 10 cm de espessura

Código	Serviço					Unidade
101158	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS DE GESSO DE 10X50X66CM (ESPESSURA 10CM). AF_05/2020					M2
TIPO ITEM	CÓDIGO ITEM	DESCRIÇÃO ITEM	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
INSUMO	34583	BLOCO DE GESSO COMPACTO / MACICO, BRANCO, E = 10 CM, DIMENSOES *67 X 50* CM	M2	1,027	56,78	58,31
INSUMO	44324	GESSO COLA, EM PO, PARA FIXACAO DE MOLDURAS, SANCAS E BLOCOS DE GESSO	KG	0,01	2,72	0,02
COMPOSIÇÃO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,567	21,98	12,46
COMPOSIÇÃO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,284	17,27	4,9
VALOR TOTAL						75,69

Fonte: SINAPI, 2023.

Tabela 17 – Composição de custos para revestimento de gesso de 1 cm de espessura

Código	Serviço					Unidade
87424	APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO SARRAFEADO (COM TALISCAS) EM PAREDES, ESPESSURA DE 1,0CM. AF_03/2023					M2
TIPO ITEM	CÓDIGO ITEM	DESCRIÇÃO ITEM	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
INSUMO	3315	GESSO EM PO PARA REVESTIMENTOS/MOLDURAS/SANCAS E USO GERAL	KG	17,074	0,79	13,48
COMPOSIÇÃO	88269	GESSEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,719	21,80	15,66
COMPOSIÇÃO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,228	17,27	3,93
VALOR TOTAL						33,07

Fonte: SINAPI, 2023.

Tabela 18 – Composição de custos para revestimento de gesso de 1,5 cm de espessura

Código	Serviço					Unidade
87427	APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO SARRAFEADO (COM TALISCAS) EM PAREDES, ESPESSURA DE 1,5CM. AF_03/2023					M2
TIPO ITEM	CÓDIGO ITEM	DESCRIÇÃO ITEM	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
INSUMO	3315	GESSO EM PO PARA REVESTIMENTOS/MOLDURAS/SANCAS E USO GERAL	KG	22,232	0,79	17,56
COMPOSIÇÃO	88269	GESSEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,803	21,8	17,5
COMPOSIÇÃO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,2543	17,27	4,39
VALOR TOTAL						39,45

Fonte: SINAPI, 2023.

Uma vez que os quantitativos foram obtidos, e de posse do custo unitário de cada serviço, é possível a obtenção do custo total da execução de cada sistema de vedação, conforme exposto no subtópico 3.3. Ainda, utilizando as informações de produtividade disponibilizadas na própria composição, é possível estimar o tempo de conclusão da etapa, considerando uma única equipe. Após realização do orçamento, pode-se fazer a comparação direta entre os valores obtidos afim de se averiguar, para a edificação, a diferença financeira de cada execução da vedação.

Por fim, ao analisar conjuntamente os custos: I) Das estruturas dimensionadas para suportar o peso de cada de tipo de SVVI; II) Da execução das vedações internas em toda a edificação; é possível concluir a diferença de custo global na obra, pela utilização alternativa da alvenaria de blocos de gesso em detrimento da composta por blocos cerâmicos.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 COMPARATIVO ESTRUTURAL

Após o dimensionamento da estrutura, o mapa de cargas gerado pelo TQS informa, para cada fundação do edifício, o quantitativo de cargas. Conforme era de se esperar, a estrutura preparada para sustentar, além das demais cargas, as do sistema de vedação interna de blocos de gesso, apresentou menores esforços. A Tabela 19 expõe tal comparativo.

Tabela 19 – Cargas atuantes nas fundações, em kN

SAPATA	CERÂMICO	GESSO
S1	248,70	218,69
S2	201,04	194,37
S3	215,75	210,06
S4	252,42	244,87
S5	113,95	109,83
S6	91,99	91,99
S7	286,16	264,97
S8	141,31	136,80
S9	334,50	263,11
S10	384,81	348,92
S11	397,46	362,26
S12	530,73	477,88
S13	494,35	471,70
S14	185,25	176,42
S15	205,74	189,17
S16	109,05	99,93
S17	191,03	190,15
S18	444,73	428,94
S19	375,00	365,98
S20	104,24	102,28
TOTAL	5308,21	4948,31

Nota-se que as sapatas que recebem cargas de pilares que sustentam vigas e lajes com maiores quantidades de paredes têm diferença maior nos valores. Em alguns casos, a diferença

não é tão impactante. Os valores somados, entretanto, são expressivos: uma diferença de 359,90 kN, de modo que o sistema de vedação convencional, para o edifício em questão, gerou um total de cargas de 7,27% a mais em relação à estrutura com SVVI de blocos de gesso.

Com a finalidade de analisar as consequências da utilização de paredes mais leves em cada elemento, verificou-se os quantitativos de aço em cada laje, viga e pilar dos pavimentos afetados. A Tabela 20 mostra a diferença na quantidade de armação nas fundações, pilares, vigas e sapatas, totalizando uma redução de 22,82 kg em pilares, 198,17 kg em vigas e 344,71 kg nas lajes.

Tabela 20 – Diferença na quantidade de armação, em kg

BITOLA	FUNDAÇÃO	PILARES	VIGAS	LAJES
4.2	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	3,65	26,73	22,69
6.3	0,00	4,66	34,37	44,23
8	0,00	0,00	14,58	40,74
10	0,00	6,26	3,70	71,60
12.5	0,00	28,06	6,45	187,50
16	0,00	0,00	113,77	190,09
20	0,00	0,00	59,43	301,89
25	0,00	0,00	0,00	0,00

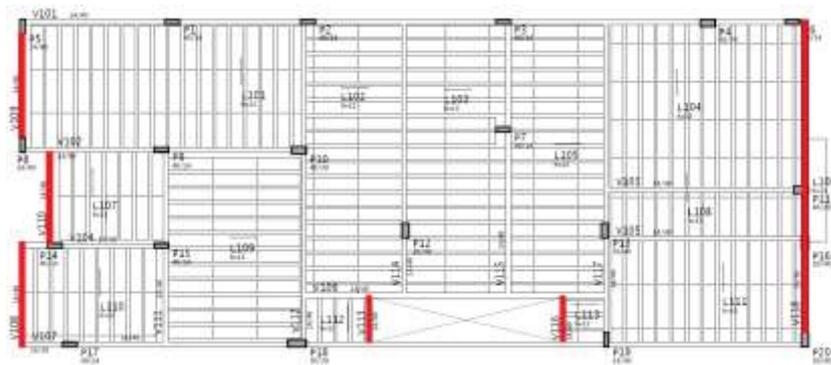
Os valores marcados em laranja na tabela representam acréscimo na ferragem da estrutura que sustenta os blocos de gesso, que ocorre pois, em muitas das comparações, foi possível reduzir as bitolas das ferragens na estrutura com SVVI mais leve. Assim, é possível que para um mesmo componente estrutural, haja uma redução na quantidade de ferros mais grossos e um aumento na quantidade de armações de bitolas imediatamente inferiores, representando uma redução na taxa de aço total.

Percebe-se que os valores mais expressivos se encontram nas lajes e vigas. Os pilares e fundações, como têm boa parcela dos esforços ligados à compressão, apresentaram variações menores de ferragens, dada a maior influência do concreto que da armação para suportar tal natureza de esforços, conforme relatado em 3.2. Dentre esses, apenas os pilares P7, P9 e P12 apresentaram diferenças. Alguns ainda apresentaram, para os dois casos, armadura mínima. Portanto, é plausível afirmar que as seções de diversos pilares possam ser reduzidas, sobretudo

nas estruturas que recebem os blocos de gesso, gerando eventualmente ainda maior economia na execução de fôrmas, no peso da estrutura como um todo e na concretagem das peças.

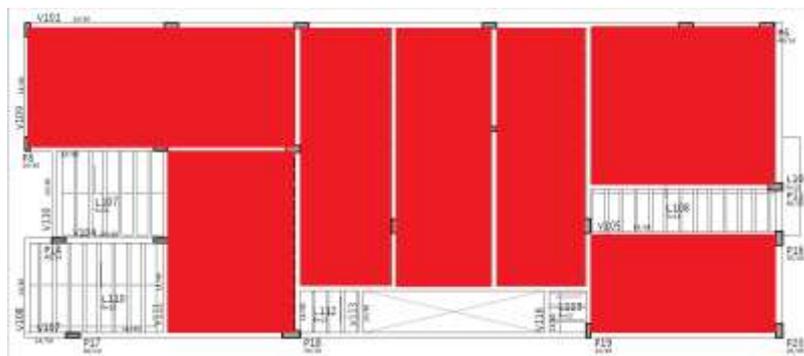
Dente as vigas, as únicas que não sofreram alteração na quantidade de armação foram aquelas sobre as quais estavam a alvenaria externa e que não apoiavam lajes. São os caso das V108, V109, V110, V113, V116 e V118, no Pavimento Tipo, identificadas na Figura 21.

Figura 21 – Vigas inalteradas no Pav. Tipo



As lajes que tiveram acréscimo de ferragens foram aquelas cujos grandes comprimentos das vedações está na mesma direção das treliças das lajes, tornando seus carregamentos maiores. São elas a L101, L102, L103, L104, L105, L109 e L111, no Pavimento Tipo, indicadas na Figura 22.

Figura 22 – Lajes com armações alteradas no projeto



No total, há uma economia de 565,70 kg de aço. Considerando as composições expostas na Tabela 10, que incluem o preço da ferragem, bem como sua dobra e corte, arames, espaçadores e mão-de-obra, a economia é de R\$6.261,56.

6.2 COMPARATIVO DE EXECUÇÃO

Partindo pra segunda etapa, foram realizados os quantitativos dos diferentes serviços envolvendo a execução dos dois SVVI na edificação. A Tabela 21 mostra os valores encontrados.

Tabela 21 – Quantitativo de serviços por pavimento

SERVIÇO	TÉRREO (m²)	1º PAV	2º PAV
PAREDE INTERNA ENTRE CÔMODOS (GESSO 7 cm E CERÂMICO 9 cm)	60,23	146,43	146,43
PAREDE INTERNA ENTRE APTOS (GESSO 10 cm E CERÂMICO 14 cm)	12,94	54,21	54,21
REBOCO EM PAREDES DE TIJOLO	141,88	391,98	391,98
CAMADA DE GESSO 2,5 cm EM PAREDES DIVISÓRIAS	0,00	38,50	38,50

Considerando as composições de custos das Tabelas 11 até 18, foi possível extrair os preços de cada serviço. Os resultados obtidos foram impactantes: o custo da alvenaria de vedação interna com blocos cerâmicos, acrescido da camada de reboco foi de R\$57.459,66. Já o da alvenaria constituída por blocos de gesso acrescida, em alguns trechos, pela camada de gesso, foi de R\$33.947,97, gerando uma diferença de R\$23.511,69. Ainda de acordo com as composições, o tempo de execução de uma unidade de serviço, por equipe, está representado na tabela 22.

Tabela 22 – Tempo para executar o m² dos serviços

SERVIÇO	h/m²
PAREDE INTERNA ENTRE CÔMODOS (GESSO 7 CM)	0,484
PAREDE INTERNA ENTRE APARTAMENTOS (GESSO 10 CM)	0,567
CAMADA DE GESSO 2,5 cm EM PAREDES DIVISÓRIAS	0,972
PAREDE INTERNA ENTRE CÔMODOS (TIJOLO 9 CM)	1,61
PAREDE INTERNA ENTRE APARTAMENTOS (TIJOLO 14 CM)	0,86
REBOCO EM PAREDES DE TIJOLO	0,37

Desse modo, o tempo para uma única equipe fazer, seguidamente, todas as etapas do sistema de alvenaria de blocos cerâmicos em tal edificação, é de 1015,4 horas, enquanto que a vedação de blocos de gesso leva 314,5 horas. A diferença de 700,9 horas equivale a aproximadamente 80 dias trabalhados. Nota-se como principal fator desequilibrador, tanto no custo quanto no tempo de execução, a produtividade alcançada pela mão-de-obra com os blocos de gesso e a necessidade do revestimento dos blocos cerâmicos.

6.3 COMPARATIVO FINAL

Após realizada a análise dos custos relacionados à escolha do SVVI, foi possível chegar a uma diferença de valores considerável. A economia pela escolha da vedação de blocos de gesso como vedação interna do edifício estudado consiste em R\$29.773,25.

O custo estimado total do edifício pode ser estimado através do CUB da cidade de João Pessoa. Em março de 2023, tal valor é de R\$1406,36/m² para a tipologia do edifício. Para a área equivalente global de 645,19 m² de acordo com a Tabela 8, o investimento, acrescido das parcelas adicionais, é de R\$1.138.588,68. Portanto, a economia corresponderia a 2,61% dos gastos totais. A quantia, percentualmente, se torna mais significativa quando comparada isoladamente à etapa de vedação geral, visto que, correspondendo de 5,1 a 10% do custo da obra, de acordo com a revista Construção Mercado (2016), o capital positivo representado nessa fase seria entre 20,65 e 40,49%. Ademais, foi concluído que algumas peças estruturais, sobretudo pilares e fundações, ainda poderiam ter seções reduzidas, contribuindo para aumento do percentual. A partir do exposto, sob o ponto de vista financeiro, tal sistema mostra-se uma alternativa vantajosa frente ao tradicional método de alvenaria do país.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 CONCLUSÃO

O estado da arte atual aponta diversos métodos para executar a vedação em edificações, cada um com seus pontos positivos e negativos, quando analisados diferentes contextos do projeto e do mercado. Com relação especificamente aos estudos comparativos entre a tradicional alvenaria de bloco cerâmico e os blocos de gesso, foram consumadas vantagens do segundo, por diferentes autores citados na Tabela 6, quanto ao menor tempo na execução, facilidade na colocação de instalações e alterações de *layout*, menor sobrecarga na estrutura e fundações, além de aspectos que passam pela maior sustentabilidade do sistema, que apresenta menor emissão de CO₂ e um procedimento mais limpo.

O comparativo realizado no projeto arquitetônico, entre os custos relacionados à alvenaria de blocos cerâmicos e de blocos de gesso como sistema de vedação vertical interno, apresentou resultados que corroboram com os estudos anteriores, sobretudo os de menor tempo de execução e sobrecarga na estrutura, visto que tais pontos estão estritamente ligados à economia final encontrada. O menor tempo gasto nos serviços referentes aos SVVI de blocos de gesso leva a menores custos proporcionais com mão-de-obra.

Além disso, para mesmas dimensões das peças estruturais, o sistema apresentou menor taxa de aço, dadas as cargas 7,27% menores que são suportadas por lajes, vigas e pilares e se concentram na fundação.

Portanto, os objetivos deste estudo foram alcançados, apresentando a alternativa de utilização dos blocos de gesso, na edificação abordada, como benéfica sob o ponto de vista financeiro. É transmitida, por meio dos resultados obtidos, a importância de serem analisados os diferentes sistemas de vedações a serem adotados em um empreendimento, afim de se obter vantagens no processo construtivo, conseguir maior competitividade e racionalidade.

7.2 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES

O trabalho não engloba possíveis manifestações patológicas para os tipos de vedação, tampouco eventuais custos de manutenção para cada uma. Assim sendo, recomenda-se um estudo complementar acerca do tópico, visto que, para todo projeto e execução no âmbito da engenharia civil, é importante o pensamento na duração e manutenção a médio/longo prazo.

Além disso, o estudo deu enfoque à produtividade, leveza e custos da alvenaria, sem comparar outros pontos que podem ser considerados na escolha da vedação de paredes em edifícios com funcionalidades diversas, tais como maior conforto acústico e térmico, além de durabilidade e “preferência” dos eventuais clientes. Sugere-se que tais comparações sejam feitas entre os blocos de alvenaria de vedação interna de blocos de gesso e cerâmicos.

Outrossim, a análise foi realizada entre dois de muitos tipos de alvenaria de vedação interna disponíveis no mercado, de tal modo que, para trabalhos futuros, a ampliação da comparação a outras tecnologias é importante, tanto para vedação interna quanto externa, a fim de avaliar aquela que apresente melhores condições para o caso estudado e demais projetos.

Ainda, o estudo pode ser aprofundado, analisando os impactos nos custos indiretos da obra, gerados pela considerável redução de tempo de execução da alvenaria de blocos de gesso.

Por fim, um fator limitante para o trabalho foi a utilização do TQS estudante, que apenas permite o dimensionamento de estruturas de até 5 pavimentos com 600 m² de área cada. Assim, sugere-se, para novos estudos, o dimensionamento de edificações maiores, considerando o peso de cada tipo de alvenaria de vedação.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118:** Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, ABNT, 2014.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15270-1:** Componentes Cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15270-2:** Componentes Cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria Parte 2: Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-4:** Edificações habitacionais – Desempenho Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16494:** Bloco de gesso para vedação vertical - Requisitos. Rio de Janeiro, ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16657:** Bloco de gesso – Alvenaria de vedação – Execução, inspeção e controle. Rio de Janeiro, ABNT, 2017.

ANDRADE, F. K. G. *et al.* **Contribuição do componente e da espessura no desempenho acústico de vedações verticais.** PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 9, n. 2, p. 97-108, 2018.

CARVALHO, R. C.; FILHO, J. R.F. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado:** segundo a NBR 6118:2014. 4ªed. São Paulo, EdUFSCar, 2014.

FRANCO, L. S. **O projeto das vedações verticais: características e a importância para a racionalização do processo de produção.** I SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: Vedações Verticais – São Paulo, 1998. Anais. EPEUSP/PCC, 1998. P221-236.

ÍNDICES e custos. **Revista Construção Mercado**, n. 184, p. 53. São Paulo. Nov. 2016.

JUNIOR, O. J. S. *et al.* **Desempenho acústico de divisórias verticais em blocos de gesso: uma avaliação a partir de medições em campo e em laboratório.** PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 5, n. 2, p. 15-21, 2014.

LEITÃO, M. A. S. **Gesso: Conhecimento e uso na Engenharia.** In: XXXIII – Congresso brasileiro de ensino de Engenharia. Campina Grande, 2005.

LIMA, M. C.; LEITE, P.R. **Uso de vedações alternativas na construção civil.** Teófilo Otoni – MG, 2020. Trabalho de Conclusão de Curso – ALFAUNIPAC.

LIMMER, C.V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras.** Editora LTC. Rio de Janeiro. 1997.

LORDSLEEM JR, A. C.; NEVES, M.L.R. **Vedação vertical interna de edifícios com bloco de gesso.** Téchné, São Paulo, n. 181, p 50-53 , Abril. 2012.

MATTOS, A.D. **Planejamento e controle de obras.** Editora PINI. São Paulo, 2010.

MUNHOZ, F.C.; RENÓFIO, A. **Uso da gipsita na construção civil e adequação para a P+L.** In: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de produção. Foz do Iguaçu, 2007.

OLIVEIRA, M. F. N. I. **Desempenho das vedações verticais internas com blocos de gesso de acordo com a norma de desempenho de edificações.** Trabalho de Conclusão de Curso. Recife, 2022.

PEÑA, M. D. **Método para elaboração de projetos para produção de vedações verticais em alvenaria.** São Paulo, 2003. 160p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PEÑA, M. D.; FRANCO, L. S. **Método para elaboração de projetos para produção de vedações verticais em alvenaria.** Gestão & Tecnologia de Projetos, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 126-153, 2006. DOI: 10.4237/gtp.v1i1.17. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50896>. Acesso em: 5 mar. 2023.

PESSOA, R. G. A. Q. *et al.* **Comparative study of CO₂ emissions from ceramic brick and plaster block vertical seals.** Journal of human and environmental Engineering. V.14, nº1, p.32-41. 2020.

PIRES SOBRINHO, C.W.A. **Desenvolvimento de uma referência técnica para casas térreas em alvenaria de blocos de gesso.** Relatório ITEP N°21574/21977. Recife, 2007.

PIRES SOBRINHO, C.W.A. **Durabilidade das alvenarias de bloco de gesso** – Limites de sua utilização. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto - FEUP. Porto, 2021.

PIRES SOBRINHO, C.W.A. **Vedações Verticais em Alvenaria de Blocos de Gesso para Estruturas Aporticadas de Concreto Armado**: projeto, execução e desempenho. ITEP, 2011.

PIRES SOBRINHO, C. W. A. *et al.* **Divisórias internas de edifícios em alvenaria de blocos de gesso-vantagens técnicas, econômicas e ambientais**. Congresso Internacional de Tecnologia Aplicada para a Arquitetura e Engenharia Sustentáveis. 2010.

PIRES SOBRINHO, C.W.A. *et al.* **Influência do revestimento, simples e armado, no comportamento de paredinhas em alvenaria de blocos de vedação**. 5º Congresso Internacional de Patologia e Recuperação de Estruturas, Curitiba, 2009.

PONTES, V. R. S. **Alvenaria de vedação interna com bloco de gesso**: um estudo de caso em uma obra localizada na cidade de Manaus/AM. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do conhecimento, Ano 03, Ed. 09, Vol. 09, pp. 25-45, Setembro de 2018. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/alvenaria-de-vedacao>. Acesso em 10 de março de 2023.

SILVA, A. J. C.; PERES, L. **Como construir – Execução de alvenaria não estrutural de blocos de gesso**. Técnica, São Paulo, n.229, Abril. 2016.

SINAPI, SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Pct.818.01 – Custo de Composições analítico**. Abril, 2023. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_652. Acesso em 09 de maio de 2023.

THOMAS, E. *et al.* **Código de práticas nº1: Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**. IPT- Instituto de pesquisas tecnológicas de São Paulo, São Paulo, 2009.

WINKLER, V. L. **Estudo comparativo de custo e produtividade entre sistemas de vedação com bloco cerâmico e bloco de gesso**. Monografia de especialização. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.