

A ANÁLISE DE CUSTOS PARA VEDAÇÕES INTERNAS: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DRYWALL E ALVENARIA CERÂMICA.

Brendo Chaves Alves

Concluinte do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Estado do Pará

Lucas Pinheiro de Carvalho

Concluinte do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Estado do Pará

Evaristo Clementino Rezende dos Santos Júnior

Engenheiro Civil graduado pela Universidade da Amazônia e Mestrado pela Universidade de Brasília

RESUMO

Atualmente, o mercado interno possui uma crescente demanda por métodos alternativos na construção civil, impulsionada pelo desejo de reduzir prazos e custos de execução de obras, ao mesmo tempo em que busca aumentar a eficácia na produção. As construções a seco têm conquistado uma fatia cada vez maior desse mercado. Nesse contexto, este estudo propõe uma análise tanto qualitativa quanto quantitativa, entre os métodos construtivos de alvenaria de blocos cerâmicos e construções a seco. O foco específico desta análise é examinar e calcular a diferença nas cargas da estrutura, avaliar a produtividade na execução e determinar os custos envolvidos entre os dois sistemas. A metodologia adotada baseia-se em um estudo de caso, com a coleta de dados realizada por meio de documentos e acompanhamento em campo da obra. Para se obter os resultados estimados desta pesquisa, houve a análise comparativa das cargas, considerando os pesos de cada divisória, da produtividade, através da RUP (Razão Unitária de Produção) e dos custos, utilizando a planilha do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e as planilhas de composição de custos da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras Públicas (SEDOP). Com base nos resultados obtidos neste estudo de caso, foi concluído que as paredes em gesso acartonado se destacam em comparação com a alvenaria convencional, apresentando vantagens notáveis como custos mais baixos, facilidade no atendimento às normativas, maior produtividade e estrutura mais leve.

PALAVRAS-CHAVE: Alvenaria. Drywall. Vedações internas, Construção a seco

ABSTRACT

Currently, the domestic market is experiencing a growing demand for alternative methods in civil construction, driven by the desire to reduce project timelines and costs while simultaneously aiming to increase production efficiency. Dry construction methods have been gaining an increasingly significant share of this market. In this context, this study proposes a qualitative and quantitative analysis of the construction methods involving ceramic block masonry and dry construction. The specific focus of this study is to examine and calculate the differences in structural loads, assess execution productivity, and determine the costs involved between the two systems. The adopted methodology is based on a case study, with data collection conducted through document analysis and on-site monitoring of the construction project. To obtain the estimated results of this research, there was a comparative analysis of structural loads, taking into consideration the weights of each partition, productivity assessment through the Unitary Production Ratio (UPR), and cost determination using the spreadsheet from the National System of Costs and Indexes for Civil Construction (SINAPI) and cost composition spreadsheets from the Department of Urban Development and Public Works (SEDOP). Based on the results obtained in this case study, we conclude that gypsum board walls stand out in comparison to conventional masonry, presenting notable advantages such as lower costs, ease of compliance with regulations, higher productivity, and a lighter structure.

KEYWORDS: Brickwork. Drywall. Internal Seals.

1. INTRODUÇÃO

A alvenaria cerâmica de vedação é um elemento essencial na construção civil, caracterizado por ser um dos sistemas construtivos mais antigos e difundidos no mundo, sendo amplamente empregado em diversos tipos de edificações. De forma geral, a alvenaria cerâmica pode ser definida como um sistema não projetado para suportar

cargas além de seu próprio peso. Sua principal função é proteger a edificação contra agentes externos, como chuvas e ventos, ao mesmo tempo em que atua como divisória de ambientes internos (SANTOS, 2012).

No Brasil, as construções em alvenaria foram, de fato, impulsionadas apenas na década de 1960 com os investimentos do Banco Nacional de Habitação (BNH) em moradias populares e pelo desenvolvimento de normas técnicas específicas para o sistema. Com seu intenso uso, na década de 1980 começou-se a utilizar blocos cerâmicos com furos na vertical que facilitava a passagem de instalações elétricas e tubulações e com o passar dessa década e o início da próxima (1990) o sistema convencional de alvenaria ganhou ainda mais força com a criação de materiais e equipamentos para sua própria produção (MOHAMED, 2020).

Com o passar dos anos, as mudanças na construção civil devido ao avanço da tecnologia acompanhada da maior competitividade no mercado, busca pela redução de custos e aperfeiçoamento da mão de obra fez com que o mercado civil brasileiro se dispusesse a ir atrás de métodos mais industrializados, já utilizados em países da Europa e América do Norte, como o drywall, caracterizado por ser um método de construção a seco, que utiliza placas de gesso acartonado que ficam fixadas em estruturas de aço galvanizado (BRAGA, 2017).

Este sistema construtivo se apresenta como uma alternativa a alvenaria de vedação, porém sua funcionalidade não se limita apenas as paredes ou divisórias, podendo ser bastante utilizadas para forros, revestimentos de área internas e até painéis. As chapas de gesso contém diferentes tipos para determinadas situações com placas recomendáveis para ambientes secos, úmidos e resistência ao fogo e contém vantagens como rapidez e limpeza na instalação, versatilidade para projetos arquitetônicos e isolamento térmico e acústico (TERRES, 2022).

Entretanto, a aplicação de gesso acartonado requer técnicos qualificados, recursos, planejamento e preparo. Com a escolha deste método construtivo, é necessário entender que existem uma série de normas técnicas, não apenas, para sua execução, mas também desde sua fabricação, utilização de perfis em aço e até mesmo os requisitos para utilização das placas de gesso, podendo se apresentar de diversos tipos de acordo com as divisões internas da edificação (AMÉRICO, 2019).

Diante desse cenário, fica evidente a necessidade de uma análise mais detalhada comparando a aplicação da alvenaria cerâmica e do drywall como elementos de vedação interna. Essa análise busca uma comparação tanto quantitativa quanto qualitativa, considerando os custos globais envolvidos, a produtividade ao longo da construção e a análise das cargas resultantes do processo executivo de ambos os métodos. O objetivo é identificar os benefícios e desafios do uso do drywall em relação à alvenaria de vedação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Teresa (2017), o drywall é um sistema utilizado na construção de paredes e forros para ambientes internos e externos, constituído por chapas de gesso parafusadas em perfis de aço galvanizado, com alta resistência mecânica e acústica. O sistema construtivo é composto de chapas de gesso com dimensões padrões de 120 centímetros de largura e comprimento variando entre 180 a 360 centímetros, e espessura de 12,5 milímetros sendo a de uso mais comum, com chapas combinadas de massa de gesso e aditivos, prensadas entre duas lâminas de cartão. No mercado, existem 3 tipos principais de drywall: A Standard (ST), de uso geral, a resistente à umidade (RU) para uso em ambientes de maior umidade e a resistente ao fogo (RF) com maior resistência a incêndios.

2.1. Método de execução do drywall

O sistema de drywall, assim como outros sistemas construtivos, obedece a uma ordem de execução de processos que devem ser obrigatoriamente seguidos, pois a execução de uma etapa poderá apenas ser iniciada em caso de conclusão e verificação positiva da etapa anterior. Isso, acima de tudo, facilita a identificação e a correção dos problemas ou defeitos no tempo certo, visto que a observação de erros após uma etapa finalizada traz como consequências diversos transtornos como gasto de material e atraso do serviço (NUNES, 2015).

Todavia, de acordo com a norma NBR 15758-1 (ABNT, 2009), também é necessário que, para a execução das paredes em drywall, seja organizado um levantamento prévio contendo importantes tópicos como a compatibilidade de projetos, execução de revestimentos e nível da laje do piso.

2.1.1. Locação e marcação

Esse processo consiste em locar e demarcar o local de fixação das placas com as medidas exatas de projeto e define também onde estarão localizadas as portas e janelas das paredes, visto que o posicionamento prévio evita transtornos futuros (ABNT, 2019).

Essa marcação deve ser feita com nível a laser proporcionando uma maior precisão nas marcações, podendo fazê-las no teto e piso ao mesmo tempo, conforme a figura 1 (nível laser). Em casos que não tenha o recurso do nível a laser, é recomendada a utilização de um esquadro, régua e trena (ABNT, 2019).

Figura 1 – Nível a laser.



Fonte: Cortês (2018).

2.1.2. Fixação das guias e montantes

Com as marcações já definidas, inicia-se a fixação das guias com a utilização de uma furadeira para fazer os buracos onde irão entrar as buchas e os parafusos adequados e com espaçamento de, no mínimo, 60 centímetros. É fundamental que também exista o espaçamento entre as guias para fixação das placas de gesso com elas sendo fixadas de cima a baixo (ABNT, 2019).

As paredes são montadas em uma estrutura de aço galvanizado, também conhecida como montantes, a qual pode ser simples ou duplo, o tipo de montante escolhido varia de acordo com a altura da parede desejada. Elas são montadas de acordo com a necessidade e exigência da construção, podendo atingir diferentes níveis de desempenho e devem ser colocadas começando em uma extremidade e terminando na outra. É recomendado que os montantes sejam fixados com um parafuso ou alicate puncionador deixando uma distância de 50 centímetros entre as estruturas (MEDEIROS, 2021).

2.1.3. Instalação das chapas

Após a finalização da etapa anterior, dá-se início ao processo de instalação da parede de drywall. Há 3 tipos diferentes de chapas que vão diferir de acordo com o ambiente: ST (comuns); RU (resistentes a umidade); RF (resistentes ao fogo). Com a chapa na vertical, deve haver o parafusamento de cima para baixo com espaço de 1 centímetro na horizontal, enquanto na vertical é recomendado deixar pelo menos 25 centímetros (ABNT, 2019).

2.1.4. Parte elétrica e hidráulica

A NBR 15758-1 (ABNT, 2009) determina que as caixas de chegada das instalações elétricas precisam ser específicas para o sistema drywall, com os fios sendo passados por eletrodutos metálicos ou plásticos e rígidos ou flexíveis. Essa caixa é instalada diretamente nas chapas de gesso obtendo as vantagens do aproveitamento completo do sistema construtivo, fixação e suporte para travas específicas na parte superior. Porém, esse produto apresenta um custo elevado devido à sua especificidade, podendo levar os construtores a optarem por métodos alternativos para fugirem do preço alto (LABUTO, 2014).

Já para as instalações hidrossanitárias, as tubulações de água fria e água quente são feitas através de tubos rígidos de PVC, cobre ou aço pela sua resistência e segurança. É de suma importância os cuidados que se devem tomar ao

posicionar os tubos hidráulicos, pois os perfis devem ter furos de 1,5 centímetro de diâmetro e podem ser ainda maiores caso seja para saídas de esgoto. Outro cuidado a se tomar seria na proteção das tubulações, fazendo o isolamento destes nos pontos de contato com a estrutura para não gerar reações galvanizadas e corrosão nos tubos (PLACO, 2020).

A Associação Brasileira de Drywall (2015) ressalta que tanto as instalações elétricas quanto as hidráulicas devem ser colocadas na estrutura da parede apenas após o fechamento da primeira chapa de gesso acartonado e os tubos chumbados na laje estejam na posição correta de projeto para evitar problemas de encaixe com as guias da parede e de piso.

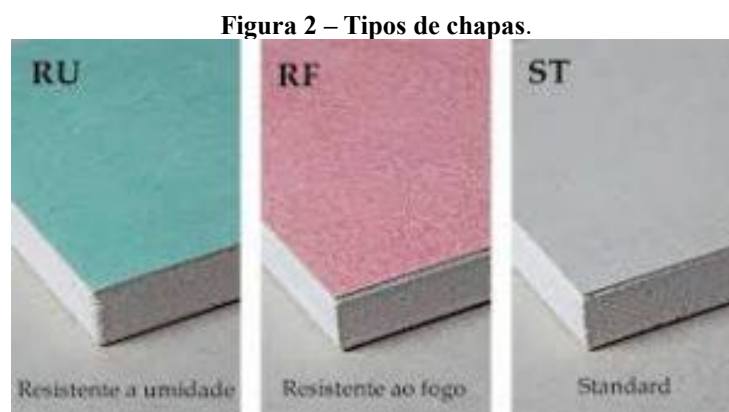
2.1.5. Fechamento da segunda chapa e acabamento

A etapa final da execução do drywall deverá se iniciar após a realização e conformidade de todos os testes das instalações, obtendo a certificação para finalizar a montagem das paredes de gesso acartonado. Deve-se ter o cuidado para que as junções das chapas de gesso sejam desencontradas em uma das faces da divisória e também prestar atenção com as aberturas das chapas, pelas instalações, devendo ser seladas para não emaranhar o desempenho acústico da divisória (TANIGUTI, 1999).

Após a aplicação das chapas de gesso, é realizado o acabamento entre as suas juntas, elas devem estar niveladas às chapas de gesso e não devem conter imperfeições. As massas para tratamento das juntas não têm capacidade para absorver os esforços de tração, caso a junta seja preenchida apenas com massa, é provável que apareçam fissuras na região. A Associação Brasileira de drywall (2015) realça os cuidados que devem se tomar para evitar que esse processo das juntas ocasione tal problemática, tais como o uso de fita de papel microperfurado, as regiões rejuntadas devem estar ausentes de poeira e, na hipótese de utilização de rejunte à base de água, ter as devidas precauções com a temperatura ambiente, tendo que estar superior a 5 °C.

2.2. Tipos de chapas

Para cada aplicação, há uma placa de drywall específica com vedações internas convencionais por placas de gesso acartonado, fixadas em perfis de aço galvanizado. Mas, ao contrário do que muitos pensam, esse sistema não é composto apenas por gesso acartonado. São diversos modelos de placas que podem ser usados em grande variedade de ambientes e funções no sistema construtivo, como mostrado na figura 2 a seguir. No entanto, deve-se estar atento a esse detalhe para desfrutar dos máximos benefícios do produto. De forro de gesso para teto até isolamento termoacústico, a placa drywall contribui levando versatilidade e durabilidade para construções e reformas. (PLACO, 2020).



Fonte: Catálogo da Elegancy (2020).

2.2.1. Chapas Standard (ST)

As paredes confeccionadas em Chapas drywall Standard (ST) são as mais comuns e mais frequentemente utilizadas em projetos arquitetônicos em geral. Elas são recomendadas para áreas secas e, além de serem utilizadas com a função de paredes, também podem ser aplicadas como forros (PLACO, 2020).

2.2.2. Chapas Resistentes à Umidade (RU)

Para as áreas úmidas recomenda-se a utilização de chapas do tipo Resistente à Umidade (RU). No caso de divisão entre ambientes secos e úmidos, pode-se utilizar a chapa RU somente no ambiente úmido. No caso de dupla camada de chapa de gesso, pode-se utilizar a chapa RU somente na camada externa, ou seja, a camada em contato com a umidade (PLACO, 2020).

2.2.3. Chapas Resistentes ao Fogo (RF)

As Chapas Resistentes ao Fogo (RF) são recomendadas para utilização em áreas onde há necessidade de uma maior resistência ao fogo em função das especificações do projeto (ex: saídas de emergência, escadas enclausuradas, shafts) (PLACO, 2020).

2.3. Norma de desempenho

De acordo com ensaios realizados e divulgados pelo IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (2018), todas as paredes drywall especificadas na NBR 15758-1 (ABNT, 2009) atendem a Norma de Desempenho no que diz respeito a: estabilidade e resistência estrutural; deslocamento e fissuração; solicitação de cargas provenientes de peças suspensas; impacto de corpo mole; impacto de corpo duro; e ações transmitidas por impactos nas portas.

Além disso, a Norma de Desempenho estabelece níveis de atenuação sonora mínimo, intermediário e superior para paredes que separam unidades autônomas e paredes que separam unidades das áreas comuns. Uma parede drywall com 120 mm de espessura, composta por estrutura com perfis de aço galvanizado de 70 mm de largura com duas chapas de cada lado e lâ isolante no interior isola de 50 a 52 decibéis atendendo ao nível mínimo. Já uma parede com 200 mm de espessura, com dupla estrutura separada, duas chapas de cada lado e lâ isolante no interior, atende a 55 dB. Exigências ainda maiores podem ser atendidas com paredes drywall, como ocorre com a separação entre salas de cinema múltiplas instaladas desde o final da década passada em shopping centers de todo o país, praticamente todas elas executadas em drywall. (ABNT, 2021).

O Corpo de Bombeiros estabelece níveis de resistência ao fogo, visando atender a Norma de Desempenho quanto ao comportamento ao fogo, em 30, 60, 90 ou 120 minutos, dependendo do tipo de edifício e da utilização de cada espaço interno. Uma parede com 73 mm de espessura, enquadra-se na categoria CF 30 (corta-fogo 30 minutos). Já uma parede quando executada com chapas ST de 12,5mm de espessura está na categoria CF 60 (corta-fogo 60 minutos). Paredes com resistência a 120 minutos são montadas com estrutura de 70 mm e duas chapas resistentes ao fogo (com 15 mm de espessura) de cada lado. (ABNT, 2021).

O sistema construtivo em drywall adquire, ao longo do tempo, uma série de normas técnicas que servem para o benefício e aprimoramento do sistema no território brasileiro. Esse fato é ainda mais reforçado por Martins Guimarães, o qual ressalta o diferencial do drywall no Brasil:

“Atualmente no Brasil, o drywall é o único sistema construtivo para vedações internas (paredes, forros e revestimentos) totalmente embasado em normas técnicas, o que o diferencia das demais tecnologias empregadas com a mesma finalidade”. (MARTINS GUIMARÃES, 2021).

2.4. Isolamento acústico

Uma das grandes vantagens deste sistema de vedação em relação aos demais é o tratamento termoacústico. Devido a possibilidade de se alocar materiais entre os perfis e placas de gesso acartonado, esse método se mostra muito eficiente tanto para evitar trocas térmicas, quanto para a propagação de ondas sonoras. Segundo Fernandes (2018), os materiais mais utilizados para tratamento termoacústico são: Lã de vidro, lã de rocha, lã PET, EPS, XPS, espuma de poliuretano e agregado leve. Os materiais, quando bem empregados, resolvem o problema de ruídos quase que em sua totalidade, pois são extremamente nocivos e prejudiciais aos seres humanos, o processo de isolamento acústico é mostrado conforme a figura 3 abaixo. Fernandes (2018) ainda ressalta que o som “Ocorre quando um meio elástico é perturbado, excitando o sistema auditivo, gerando o fenômeno da audição”. O combate aos ruídos parte do princípio da utilização de materiais com características específicas para a absorção das ondas sonoras, pois quando o som entra em contato com qualquer estrutura acontecem 3 fenômenos: Reflexão, absorção e

transmissão. Diante disso, usam-se meios onde a utilização de materiais com alto nível de porosidade seja ideal para neutralizar essa propagação e absorver os ruídos.

Figura 3 – Isolamento acústico do drywall.



Fonte: Fernandes (2018).

2.5. Execução e montagem da alvenaria de vedação

A execução e a montagem da alvenaria de vedação são feitas de acordo com as normas NBR 15270-1 (ABNT, 2017) e NBR 15270-3 (ABNT, 2017) as quais se manifestam sobre os termos, dimensões e ensaios de blocos cerâmicos.

É importante também haver a análise do projeto previamente repassado e estudado pelo construtor, sendo que para uma boa execução desse sistema construtivo seja necessário cumprir todas as fases que antecedem a execução, pois elas que idealizam e definem as medidas da edificação, contém todas as informações necessárias para a execução, além de solucionar, em fases de projeto, incompatibilidades de construção. Por conseguinte, uma fase de projeto bem organizada e arquitetada, acompanhada seguidamente de uma boa execução da alvenaria de vedação, permite uma maior racionalização de materiais, evita atrasos na construção e permite que haja o cumprimento dos custos previstos no planejamento (LOPES, 2018).

2.5.1. Condições de início

Antes da realização, de fato, do serviço de execução da alvenaria de vedação, é de suma importância que os projetos estejam de acordo e bem interpretados para sua execução no canteiro de obras ao longo do tempo. Uma incorreta leitura de projeto pode fazer com que problemáticas apareçam durante o serviço como atrasos nos prazos, influência na produtividade dos trabalhadores de campo e aparição de retrabalhos (AZEVEDO, 2014).

2.5.2. Método executivo

Azevedo (2014) também determinou o procedimento executivo do sistema convencional de alvenaria, destacando pontos como a marcação e elevação da edificação. Esse procedimento vem de acordo com a norma brasileira NBR 15270-1 (ABNT, 2017) atendendo todos os requisitos dimensionais e o método para sua execução.

2.5.3. Marcação

A NBR 15270-1 (ABNT,2017) esclarece que o processo de marcação da edificação se inicia com a transferência dos eixos do edifício e o nível de referência para o pavimento de trabalho, acompanhado da marcação da alvenaria através da execução da primeira fiada, começando pela periferia da laje e continuando com a definição dos ambientes internos. Definição da locação dos vãos das portas, conforme o projeto e sempre ter a devida atenção e fiscalização para a correta passagem das tubulações das instalações elétricas, hidráulicas, gás e ar-condicionado.

2.5.4. Elevação e Aperto

O procedimento executivo do sistema convencional de alvenaria, de acordo com a NBR 15270-1 (ABNT, 2017) também destaca o processo de elevação e aperto com o início da execução da primeira fiada das paredes para definir a modulação dos blocos, procurando obter o mínimo de quebras e proporcionando espessura adequada das

juntas, tanto na horizontal como na vertical, respeitando a espessura de 1,5cm a 3,0cm, conforme projeto. A utilização de uma linha de náilon esticada entre as extremidades de cada fiada para garantir o alinhamento e nivelamento. Esta linha pode ser esticada entre dois escantilhões ou pontaletes graduados, sempre conferindo, a cada três fiadas, o prumo e o nivelamento da alvenaria.

A norma também cita a execução da ancoragem da alvenaria nos pilares através de tela galvanizada fixada com pino de aço, posicionada a cada duas fiadas de bloco ou conforme projeto. Para a locação dos vãos de portas e janelas, deve haver a verificação do nível de referência, considerando as camadas posteriores (contrapiso e revestimento) e realizar a marcação através de taliscas. Ao atingir a altura das janelas, deve-se definir a locação de seus vãos para a colocação ou execução das vergas e contra-vergas. Para fixação da alvenaria à estrutura, deve-se deixar um vão de 1,5 a 3,5 cm (aperto) entre a alvenaria e vigas e/ou lajes, preenchendo seus espaços com a argamassa do mesmo traço utilizado no assentamento, porém apenas quando já estiverem elevadas as alvenarias de no mínimo três pavimentos acima.

Além disso, a norma destaca algumas recomendações importantes como o uso de blocos em vãos de elevadores e escadas, o assentamento da face lisa do tijolo para a parede externa em casos em que a alvenaria interna faz amarração na alvenaria externa evitando problemas na fachada e a adoção de vigotas ou pilares intermediários em casos de vãos horizontais ou verticais significativos, adotando altura e largura máxima de 4,30 para paredes internas e um limite de 2,70 para paredes externas considerando que a espessura nominal do tijolo seja 9,0.

3. METODOLOGIA

Para elaboração do seguinte artigo, foram realizadas pesquisas de caráter explicativo, descritivo e quantitativo. Para chegar aos objetivos traçados a frente, foram utilizadas diversas revisões literárias como revistas, sites e artigos acadêmicos, na tentativa de contextualizar os métodos construtivos citados no artigo.

Houve também a necessidade de realizar uma coleta de dados, executada no 3º trimestre do ano de 2023, em uma obra vertical residencial na cidade de Belém-PA, adotando uma metodologia baseada em uma análise econômica e de desempenho de ambos os métodos construtivos para encontrar o melhor custo-benefício para vedação interna da construção. A análise econômica feita por orçamento estimado, mostrando os valores de cada serviço feito na execução da alvenaria e/ou do drywall, além da análise comparativa da produtividade dos dois tipos de métodos construtivos utilizados.

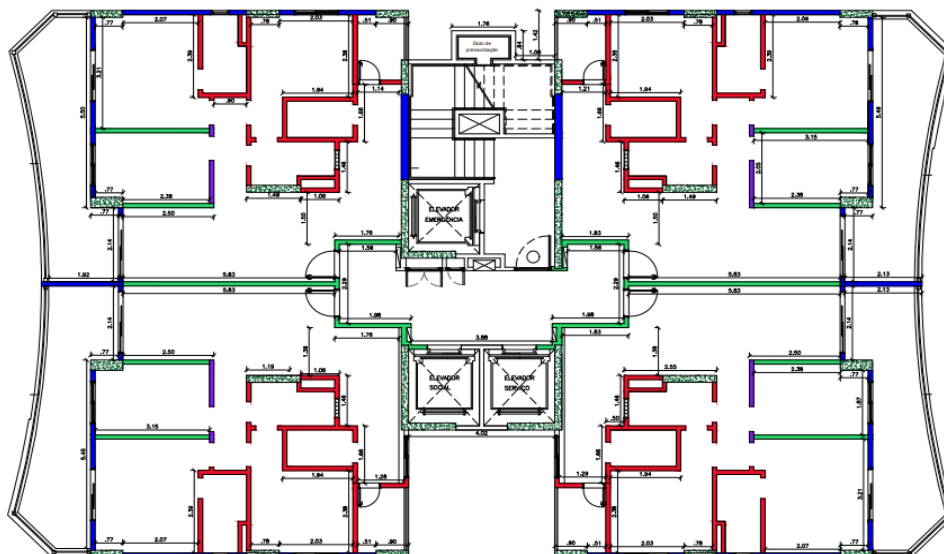
Também se realizou a execução da análise comparativa acerca do desempenho com a utilização de fórmulas e tabelas para calcular a diferença de cargas encontradas na obra vertical, de acordo com o método construtivo escolhido para sua construção. As análises serão realizadas apenas nas paredes de vedação interna do projeto residencial.

3.1. Área de estudo

O edifício analisado corresponde a uma obra vertical residencial no município de Belém-PA, no bairro do Telégrafo, na rua Magno de Araújo. Possui um terreno com área total construída de, aproximadamente, 12.000 m², divididos em 28 pavimentos, que podem ser separados por Subsolo, Térreo, 4 níveis de garagem, Área de lazer e 20 pavimentos tipo, com 4 apartamentos por pavimento contando com 1 suíte, 1 quarto, 1 gabinete, 3 banheiros, sala de estar, cozinha, área técnica e sacada.

É possível observar a planta do pavimento tipo com os ambientes citados acima e com suas especificações de parede de acordo com as cores azul, roxo, verde e vermelho, a seguir, na figura 4:

Figura 4: Tipos de vedação do pavimento tipo



Fonte: O Autor (2023)

3.2. Tipos de vedação executadas na obra em estudo

Para realizar a análise comparativa dos sistemas de vedação citados, serão consideradas duas situações as quais foram divididas em situação real (A) e situação hipotética (B).

- Situação Real (A): Todas as paredes externas e internas foram executadas em alvenaria de blocos cerâmicos, tratando-se da realidade executada no edifício, em questão, analisado.

- Situação Hipotética (B): Todas as paredes externas foram executadas em alvenaria de blocos cerâmicos, enquanto as divisórias dos quartos, cozinha, sala de estar e banheiros foram executadas em gesso acartonado.

Vale lembrar que ambas as situações, vão ser feitas análises apenas nas paredes dos apartamentos dos pavimentos tipo, não considerando as paredes da caixa dos elevadores e dos pavimentos de Garagem e Lazer. Logo, considerando ambas as situações, a edificação analisada apresenta 4 tipos de vedação, conforme exibida na Figura 4:

P1: Paredes em alvenaria de blocos cerâmicos (Azul);

P2: Paredes com sistema em chapas de gesso para drywall standard duplo de uso interno (Roxo);

P3: Paredes com sistema em chapas de gesso para drywall, com aplicação de lã de vidro, ideal para ambientes secos de uso interno (Verde);

P4: Paredes com sistema em chapas de gesso para drywall, com aplicação de lã de vidro, resistente à umidade, RU, ideal para áreas molhadas de uso interno (Vermelho).

3.3. Análise das cargas dos sistemas de vedação:

Considerando os dois tipos de vedações internas estudadas, é notório que existe uma grande diferença de peso entre os métodos. Para permear a análise, segundo a NBR 6120/2019, uma parede de alvenaria possui 1,6 KN/m², enquanto um fechamento em drywall apresenta 0,5 KN/m². Partindo desses dados, foram traçadas áreas de influência em cada pilar presente na torre, a fim de analisar o impacto das divisórias nos mesmos.

Através das áreas, foi possível dimensionar a sobrecarga em cada pilar, tanto de alvenaria quanto de drywall, resultando em um alívio de carga por pilar. O valor unitário foi multiplicado pelo número de pavimentos tipo, para se obter o valor global da diferença de carga entre os métodos, como especificado na equação I a seguir:

$C1 = a \cdot Pea;$

$C2 = a \cdot Ped;$

$Act = (C1-C2) \cdot N^{\circ} Pav./ 10;$

Equação I;

Onde,

a = Área (m^2);

Pea = Peso específico alvenaria (KN/m^2);

Ped = Peso específico drywall (KN/m^2);

$C1$ = Carga de alvenaria por área de influência em um pavimento tipo;

$C2$ = Carga de drywall por área de influência em um pavimento tipo;

Act = Alívio de carga total por pilar (T);

N° pav = Número de pavimentos.

A partir dos dados obtidos, foi verificada a possibilidade da retirada e modificação nas dimensões das estacas, devido a suavização da carga gerada pelo drywall. Com a obtenção do projeto de carregamento dos pilares e de blocos e estacas, foi possível analisar a relação carga por estaca, na qual duas situações foram criadas: a situação real com as divisórias em alvenaria e a hipotética com drywall. A carga admissível das estacas foi encontrada através do maior valor ao se dividir a carga total que chega na fundação pelo número de estacas presente no bloco, como exposto na equação II a seguir:

$$Cpe = Cppa / N^{\circ} \text{ estacas}$$

$$Cpdp = Cppa - Act$$

$$N^{\circ} \text{ estacas drywall} = Cpdp / Cpe$$

Equação II;

No qual,

Cpe : Carga admissível estacas (T);

$Cppa$: Carga por pilar alvenaria (T);

N° de estacas: Número de estacas por bloco de fundação;

$Cpdp$: Carga por pilar drywall (T);

Act : Alívio de carga total (T);

3.4. Análise da produtividade:

A velocidade de execução, otimização dos processos e o gerenciamento das equipes estão ligadas ao cálculo da produtividade. É importante analisar cada serviço para conseguir medir seus índices e obter rapidez e qualidade no seu processo de execução. Para calcular a produtividade dos sistemas de vedação, em questão, pode ser utilizado o método da Razão Unitária de Produção, a RUP, demonstrada pela equação III abaixo:

$$RUP = H.h / Qs$$

Equação III;

No qual,

Hh = número de homens-hora

Qs = quantidade de serviços (m^2)

Por meio dessa equação, é viável calcular a quantidade de homens-hora necessária para realizar $1m^2$ de determinado serviço. Vale destacar que quanto menor a RUP (Razão Unitária de Produção), melhor vai ser a produtividade, pois a quantidade de trabalhadores para produção do m^2 varia proporcionalmente ao valor do índice.

Nesse cálculo, foi adotado uma equipe com duas pessoas para ambos os serviços, sendo 1 pedreiro e 1 servente para a alvenaria, chapisco e reboco e 1 montador e 1 ajudante para o sistema de gesso acartonado com a média de jornada diária de 8,8 horas, totalizando um total de 44h de jornada de trabalho semanal.

Os dados para esse estudo foram coletados em campo, diariamente, analisando as equipes de alvenaria e drywall, sendo possível totalizar a quantidade de metro quadrado produzida por ambas as equipes durante a observação, podendo obter a média final dos serviços de vedação.

3.5. Análise dos custos dos sistemas de vedação:

Para realização da análise dos custos de cada um dos sistemas de vedação, foi necessário um levantamento total de todas as paredes das áreas estudadas dos apartamentos dos pavimentos tipo, dividindo-os de acordo com suas

especificações, complementando-as com planilhas de composição de custos para as duas situações envolvidas (Real e Hipotética). Para os serviços de alvenaria, chapisco, reboco, divisórias em gesso acartonado do tipo ST (Standard) e divisórias com isolamento acústico foi utilizada a planilha do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices) – referente ao mês de Setembro/2023. Para as divisórias em gesso acartonado resistentes à umidade (RU) foi exigido a criação de uma nova composição, utilizando os insumos que já estavam presentes no SINAPI. Isto se deu devido ao serviço não se encontrar nas planilhas do SINAPI e da SEDOP (Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Obras Públicas).

É importante salientar que as paredes em alvenaria, chapisco e reboco foram consideradas suas áreas duplicadas pelo fato de ambas serem revestidas nos dois lados. Logo, quase toda metragem quadrada medida na composição para as paredes de alvenaria fora duplicada para os serviços de chapisco e reboco, com exceção dos ambientes em que não foi utilizado chapisco devido a uma escolha do construtor da obra em questão. Tais áreas foram separadas das demais, pois seu custo teve um leve decréscimo em comparação as outras. Além disso, também foi feita a divisão do número total de paredes de cada apartamento para haver a separação dos ambientes internos, bem como áreas úmidas e áreas secas, podendo haver distinção de material utilizado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

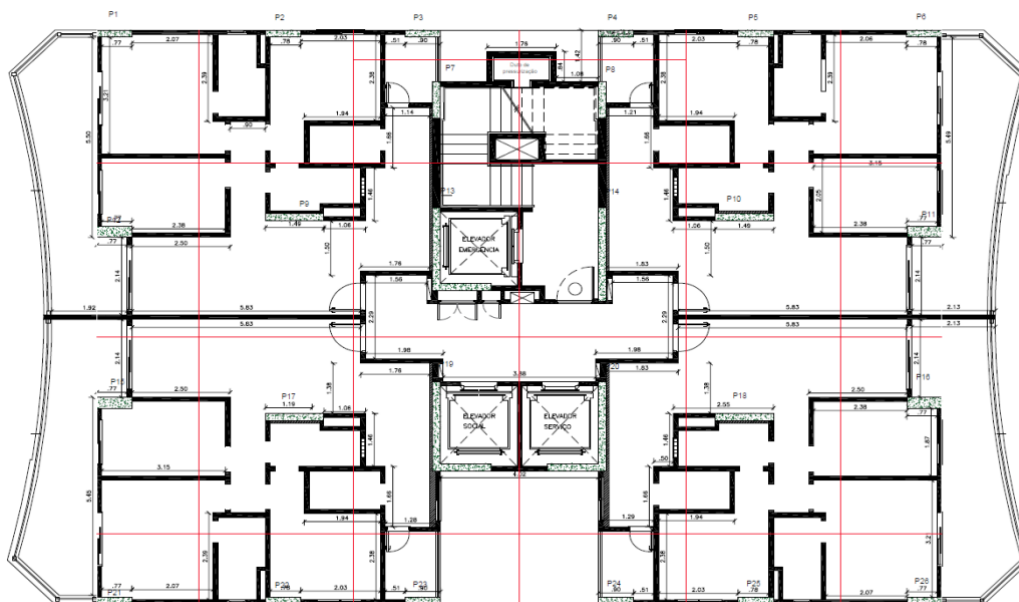
4.1. Análise das cargas dos sistemas de vedação:

De início, foram delimitadas as áreas de influência em cada pilar, no qual foram utilizadas para se mensurar o impacto das cargas das divisórias em duas situações:

- A situação real (A) com a utilização de alvenaria em todas as paredes.
- A situação hipotética (B), na qual as paredes internas seriam de drywall, e as externas em alvenaria.

As figuras 5 e 6 a seguir mostram a planta baixa do pavimento tipo com suas áreas de influência já delimitadas e apenas os pilares com suas determinadas áreas, os quais estão numerados de 1 a 26, respectivamente.

Figura 5: Planta baixa do pavimento tipo com as áreas de influência



Fonte: O Autor (2023)

Figura 6: Área de influência por pilar



Fonte: O Autor (2023)

Após o levantamento das divisórias por área de influência de pilar utilizando os valores de peso específico presentes na NBR 6120/2019, foi possível obter a carga de cada um dos métodos. De posse destes valores, foi constatado um grande alívio de carga na estrutura quando o sistema drywall é implementado em relação ao de alvenaria, por andar. Este valor foi multiplicado pelo número de pavimentos tipo, para se obter os resultados totais de cada pilar da torre. Em números gerais, sem considerar pilar a pilar, a estrutura ficou mais leve em 860,21 toneladas, sendo 43,01 toneladas por andar, apenas com a utilização do drywall nas divisórias internas nos 20 pavimentos tipo da edificação, como exemplificado na tabela 1 abaixo:

Tabela 1: Comparativo de carga por divisórias internas

COMPARATIVO DIVISÓRIAS INTERNAS (PAV. TIPO)					
Pilares	Área (m ²)	Peso alvenaria (KN/m ²)	Peso Drywall (KN/m ²)	Alívio de carga no pilar/andar (T)	Alívio de carga total/pilar (T)
P1	1,74	2,78	0,87	0,19	3,83
P2	5,88	9,41	2,94	0,65	12,94
P3	1,74	2,78	0,87	0,19	3,83
P4	1,74	2,78	0,87	0,19	3,83
P5	5,88	9,41	2,94	0,65	12,94
P6	1,74	2,78	0,87	0,19	3,83
P7	11,17	17,88	5,59	1,23	24,58
P8	11,17	17,88	5,59	1,23	24,58
P9	28,76	46,01	14,38	3,16	63,26
P10	28,76	46,01	14,38	3,16	63,26
P11	22,82	36,51	11,41	2,51	50,20
P12	22,82	36,51	11,41	2,51	50,20
P13	13,16	21,06	6,58	1,45	28,95
P14	13,16	21,06	6,58	1,45	28,95
P15	26,12	41,80	13,06	2,87	57,47
P16	26,12	41,80	13,06	2,87	57,47
P17	37,04	59,27	18,52	4,07	81,50
P18	37,04	59,27	18,52	4,07	81,50
P19	25,42	40,68	12,71	2,80	55,93
P20	25,42	40,68	12,71	2,80	55,93
P21	4,76	7,62	2,38	0,52	10,47
P22	11,80	18,88	5,90	1,30	25,96
P23	5,08	8,13	2,54	0,56	11,18
P24	5,08	8,13	2,54	0,56	11,18
P25	11,80	18,88	5,90	1,30	25,96
P26	4,76	7,62	2,38	0,52	10,47
Total:	391,01	625,61	195,50	43,01	860,21

Fonte: O Autor (2023)

Para se analisar essa influência na fundação, de posse dos projetos de carregamento dos pilares e de fundação, foi possível determinar a carga que cada estaca recebe, dividindo a carga total presente no pilar, pela quantidade de estacas. Da mesma forma, duas situações foram geradas para a análise, uma com cada método estudado. Com o

valor de alívio de carga total por pilar já definido, ele foi subtraído do valor de carregamento prévio presente no projeto, que foi desenvolvido para a utilização da alvenaria, gerando o valor de sobrecarga em cada pilar com o uso do drywall como divisória. Após isso o resultado foi dividido pela capacidade de carga de cada estaca, onde foi possível verificar a retirada de 1 estaca de 60 cm, 30 estacas que eram de 60 cm tiveram seu diâmetro reduzido para 50 cm e 2 estacas para 40 cm. A capacidade de carga das estacas foi encontrada através do maior valor obtido ao se dividir a carga total pelo número de estacas, sendo arredondado para o valor de 120 T por estaca de 60 cm, 90 T por estaca de 50 cm, e 70 T por estaca de 40 cm, na qual as de 50 e 60cm possuem 17m de profundidade, e a de 40cm 9m de profundidade, como demonstram as tabelas 2 e 3 a seguir:

Tabela 2: Relação Carga por estaca com a utilização da alvenaria

Situação real - Alvenaria			
Pilar	Carga/pilar alvenaria (T)	Nº de estacas	Carga/estaca (T)
P1	311	3	103,67
P2	278	3	92,67
P3 e P7	493	5	98,60
P4 e P8	495,3	5	99,06
P5	317	3	105,67
P6	355,7	3	118,57
P9	479,4	4	119,85
P10	492,1	4	123,03
P11	550,5	5	110,10
P12	589,9	6	98,32
P13	550,2	6	91,70
P14	484,3	5	96,86
P15	560,3	5	112,06
P16	581,3	6	96,88
P17	454,1	4	113,53
P18	458,43	4	114,61
P19	536,3	5	107,26
P20	557,1	5	111,42
P21	316,3	3	105,43
P22	268,2	3	89,40
P23	148,8	2	74,40
P24	173,3	2	86,65
P25	291,5	2	145,75
P26	335,1	4	83,78

Fonte: O Autor (2023)

Tabela 3: Situação hipotética das cargas com a utilização do drywall

Pilar	Carga/pilar (T)	Situação hipotética - Drywall			
		Nº de estacas real	Nº de estacas 40mm	Nº de estacas 50mm	Nº de estacas 60mm
P1	307,17	3	4,39	3,41	2,36
P2	265,06	3	3,79	2,95	2,21
P3 e P7	489,17	5	6,99	5,44	4,08
P4 e P8	491,47	5	7,02	5,46	4,10
P5	304,06	3	4,34	3,38	2,53
P6	351,87	3	5,03	3,91	2,93
P9	416,14	4	5,94	4,62	3,47
P10	428,84	4	6,13	4,76	3,57
P11	500,3	5	7,15	5,56	4,17
P12	539,7	6	7,71	6,00	4,50
P13	521,25	6	7,45	5,79	4,34
P14	455,35	5	6,51	5,06	3,79
P15	502,83	5	7,18	5,59	4,19
P16	523,83	6	7,48	5,82	4,37
P17	372,6	4	5,32	4,14	3,11
P18	376,93	4	5,38	4,19	3,14
P19	480,37	5	6,86	5,34	4,00
P20	501,17	5	7,16	5,57	4,18
P21	305,83	3	4,37	3,40	2,55
P22	242,24	3	3,46	2,69	2,02
P23	137,62	2	1,97	1,53	1,15
P24	162,12	2	2,32	1,80	1,35
P25	265,54	2	3,79	2,95	2,21
P26	324,63	4	4,64	3,61	2,71

Fonte: O Autor (2023)

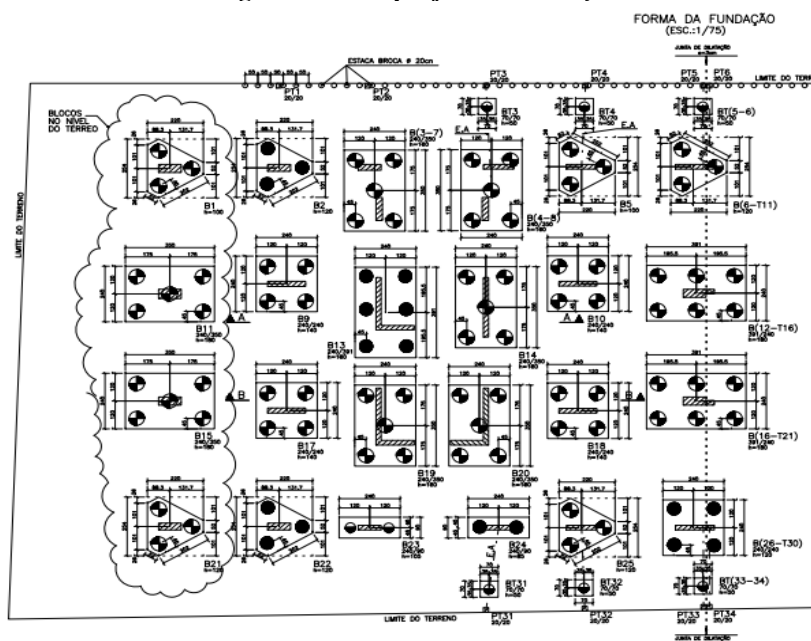
Com base nos dados acima, outro projeto de fundação foi desenvolvido com as modificações cabíveis. Foi possível quantificar uma economia de R\$ 49.015,71 na execução das estacas, provenientes apenas da redução do uso de concreto e aço, onde a retirada de uma estaca de 60 cm gera R\$ 4.048,97 de economia, uma troca de uma estaca de 60 cm por 50 cm R\$ 1.306,41 e a troca de uma estaca de 60 cm por 40 cm gera uma economia de R\$ 2.887,22 conforme a tabela 4 e a figura 7 abaixo:

Tabela 4: Custo por bitola de estaca

Estaca 60 cm				
Área seção	Prof.	Volume	Valor m ²	Valor total
0,28	17	4,76	R\$ 730,00	R\$ 3.474,80
Aço	16mm = 75 kg = R\$ 495,00			
	5,0mm = 7 kg = R\$ 79,17			
Total				R\$ 4.048,97
Estaca 50 cm				
Área seção	Prof.	Volume	Valor m ²	Valor total
0,19	17	3,23	R\$ 730,00	R\$ 2.357,90
Aço	16mm = 48 kg = R\$ 316,80			
	5,0mm = 6 kg = R\$ 67,86			
Total				R\$ 2.742,56
Estaca 40 cm				
Área seção	Prof.	Volume	Valor m ²	Valor total
0,12	9	1,08	R\$ 730,00	R\$ 788,40
Aço	16mm = 48 kg = R\$ 316,80			
	5,0mm = 5 kg = R\$ 56,55			
Total				R\$ 1.161,75

Fonte: O Autor (2023)

Figura 7: Novo projeto de fundação



Fonte: O Autor (2023)

4.2. Análise da produtividade:

Durante a execução dos serviços dos sistemas de vedação na obra, foram obtidos os dados de produção de cada equipe. A partir deles foi feita uma média da produtividade diária das equipes. Em seguida, esses números foram aplicados na equação III proporcionando a descoberta da RUP (Razão Unitária de Produção) de cada um dos serviços. Tais resultados foram mostrados na tabela 5 adiante:

Tabela 5: Produtividade média x RUP dos serviços

Serviço	Produtividade (m ² /dia)	RUP
Drywall	31,57	0,2787
Alvenaria	17,06	0,5158
Chapisco	109,54	0,0803
Reboco	17,22	0,5110

Fonte: O Autor (2023)

A partir da tabela 5, onde se obteve os índices individuais de cada serviço, foi necessário separá-los de acordo com sua execução. Logo os índices de alvenaria, chapisco e reboco precisam ser calculados juntos para que se obtenha um único índice, esse cálculo é apresentado na tabela 6 abaixo:

Tabela 6: Índices individuais dos serviços

Atividade	Unid.	Quantidade	Produtividade HH (Orç.)	Quantidade (HH)	Jornada	Equipe adotada		Número	Duração (dias)
						Diária	Oficial		
Alvenaria	m ²	5212,48	0,51	2658,36	8,8	1,0	1,0	1,0	151,05
Chapisco	m ²	10.424,96	0,08	833,99	8,8	1,0	1,0	1,0	47,39
Reboco	m ²	10.424,96	0,51	5316,73	8,8	1,0	1,0	1,0	302,09

Fonte: O Autor (2023)

Há de se destacar o índice único do serviço de alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, esse índice de 1,68 foi obtido pela soma das quantidades em Homens-Hora para executar cada uma das 3 etapas e dividido pela quantidade em m² de alvenaria, como é dita na equação IV a seguir:

$$(HHAlvenaria+HHChapisco+HHReboco) / \text{Quantidade (m}^2\text{)} \quad \text{Equação IV;}$$

$$I = (2658,36+833,99+5316,73) / 5212,48$$

$$I = 1,69$$

Como as vedações internas de cada apartamento seriam executadas em drywall, com uma média de produtividade equivalente a 31,57 m², tem-se de conclusão de que com 1 dia de serviço é executado um total de 31,57 m² de drywall e 5,21 m² de alvenaria. A tabela 7, abaixo, é apresentada a diferença das produtividades demonstradas tanto na situação real, quanto na situação hipotética. Porém a tabela 8, logo em seguida, já mostra uma situação mais próxima da realidade, utilizando o quantitativo real das equipes para ambos os serviços.

Tabela 7: Produtividade x Serviço com uma equipe.

Produtividade diária (m ²)	Situação Real (A)		Situação Hipotética (B)	
	Área (m ²)	Duração (dias)	Área (m ²)	Duração (dias)
Alvenaria 5,21	13413,12	2574,49	5212,48	1001,06
Drywall 31,57			8200,64	259,76
Total:		2575		1261

Fonte: O Autor (2023).

Tabela 8: Serviço x Quantidade de equipes.

Situação Real (A)		Situação Hipotética (B)	
Duração (dias):	2575	Duração(dias):	1261
Equipes	Duração (dias)	Equipes	Duração (dias)
4	644	4	316
8	322	8	158

Fonte: O Autor (2023).

Ao observar a tabela 7, é possível identificar os benefícios da utilização do drywall na edificação, haja vista que na situação real (A) houve uma duração de 2575 dias para a terminalidade da alvenaria de vedação em todas os ambientes do apartamento (interno e externo), enquanto que na situação hipotética, com a utilização do drywall em suas paredes internas, houve uma diminuição significativa na duração total da obra para 1261 dias, equivalente a uma redução de aproximadamente 50% do tempo de duração em comparação a situação real (A)

A tabela 8 já traz o dimensionamento das equipes para os serviços, visando se aproximar mais da realidade. Ao relacionar os resultados obtidos na tabela 7 com a divisão de 4 ou 8 equipes, foi possível concluir de forma mais clara que a diminuição de aproximadamente 50% permaneceu em comparação do cálculo da Tabela 7.

4.3. Análise dos custos dos sistemas de vedação:

As análises comparativas de custo foram divididas em composições resumidas e cada uma delas está de acordo com o tipo de vedação que foi executada:

Para as paredes P1, foram feitas as composições de alvenaria de blocos cerâmicos, considerando a utilização de chapisco e reboco, obtendo-se as seguintes tabelas (9,10,11)

Tabela 9: Composição referente à alvenaria cerâmica.

103330 ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 11,5X19X19 CM (ESPESSURA 11,5 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA.						
SINAPI	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço Unitário	Custo Total	
88309	Pedreiro com encargos complementares	h	1,20	R\$ 26,61	R\$ 31,96	
88316	Servente com encargos complementares	h	0,60	R\$ 21,15	R\$ 12,69	
	Material			62,05%	R\$ 52,50	
	Mão de obra			37,92%	R\$ 32,08	
	Total				R\$ 84,60	

Fonte: SINAPI (2023).

Tabela 10: Composição referente ao chapisco.

87894 CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (SEM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L.						
SINAPI	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço Unitário	Preço Total	
88309	Pedreiro com encargos complementares	h	0,1394	R\$ 26,61	R\$ 3,70	
88316	Servente com encargos complementares	h	0,0465	R\$ 21,15	R\$ 0,98	
	Material			49,43%	R\$ 3,52	
	Mão de obra			50,57%	R\$ 3,61	
	Total				R\$ 7,13	

Fonte: SINAPI (2023).

Tabela 11: Composição referente ao reboco.

87529 MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS						
SINAPI	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço Unitário	Preço Total	
88309	Pedreiro com encargos complementares	h	0,470	R\$ 26,61	R\$ 12,50	
88316	Servente com encargos complementares	h	0,171	R\$ 21,15	R\$ 3,61	
	Material			68,64%	R\$ 31,04	
	Mão de obra			31,11%	R\$ 14,07	
	Outros			0,25%	R\$ 0,11	
Total					R\$ 45,22	

Fonte: SINAPI (2023).

A partir das tabelas (9,10,11), foi possível encontrar o valor unitário e o custo total desses serviços com o valor de R\$189,30 por m². Porém, é de extrema importância salientar que nem todas as paredes internas de alvenaria foram feitas com os 3 serviços aglomerados (alvenaria, chapisco e reboco) como as áreas molhadas do apartamento ou divisórias dos quartos. A partir disso foi feita a divisão das paredes do apartamento, de acordo com suas áreas e materiais utilizados para sua execução. As áreas foram separadas em: Áreas molhadas (paredes dos banheiros, cozinha e área técnica); Áreas apenas com reboco (paredes dos quartos, sala de estar e gabinete); Área externa (apenas paredes externas de alvenaria).

Com esses dados, se obteve as áreas totais de todos os pavimentos tipo e conseqüentemente seu custo, conforme as tabelas 12 e 13 a seguir:

Tabela 12: Área total em m² dos pavimentos tipo por serviço executado.

	Área por Apto. (m ²)	Área por Pav. (m ²)	Área total (m ²)
Áreas molhadas	58,07	232,288	4645,76
Áreas apenas com reboco	44,44	177,744	3554,88
Área externa	65,16	260,624	5212,48
Total	167,66	670,66	13.413,12

Fonte: O Autor (2023).

Tabela 13: Área x Custo total da Situação Real (A)

	Área total (m ²)	Custo dos materiais	Custo total
Custo – Área molhada	4645,76	R\$ 182,17	R\$ 846.318,10
Custo – Apenas com reboco	3554,88	R\$ 175,04	R\$ 622.246,20
Área externa	5212,48	R\$ 189,90	R\$ 986.722,46
Total			R\$ 2.455.286,76

Fonte: O Autor (2023)

Logo, a partir dos resultados das tabelas 12 e 13, foi obtido o custo de R\$ 2.455.286,76 para os serviços completos de alvenaria cerâmica de vedação interna e externa da edificação, caracterizada por ser a Situação Real (A) do estudo de caso.

As diferenças de custo dos materiais se deram devido a separação dos ambientes do apartamento, dividido em: Áreas molhadas (alvenaria, chapisco em um lado e reboco nos dois lados), apenas com reboco (alvenaria e reboco nos dois lados) e área externa (alvenaria com chapisco e reboco nos dois lados).

Na Situação Hipotética (B), foi feito o mesmo procedimento, entretanto trocando as paredes internas de alvenaria cerâmica por gesso acartonado de acordo com o ambiente específico. Ao realizar as composições das paredes P2, P3 e P4, foi identificado o preço total do serviço por m², conforme as tabelas 14, 15 e 16 seguintes:

Tabela 14: Composição referente ao drywall (ST).

PAREDE COM SISTEMA EM CHAPAS DE GESSO PARA <i>DRYWALL</i> , USO INTERNO, COM DUAS FACES DUPLAS E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M2, COM VÃOS					
SINAPI	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço Unitário	Preço Total
88278	Montador de estrutura metálica com encargos complementares	h	0,595	R\$ 22,89	R\$ 13,61
88316	Servente com encargos complementares	h	0,195	R\$ 21,15	R\$ 4,12
	Material			89,40%	R\$ 106,35
	Mão de obra			10,60%	R\$ 12,60
	Total				R\$ 118,95

Fonte: SINAPI (2023)

Tabela 15: Composição referente ao drywall (ST), com isolamento acústico

PAREDE COM SISTEMA EM CHAPAS DE GESSO PARA <i>DRYWALL</i> , USO INTERNO, COM DUAS FACES SIMPLES E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES, COM APLICAÇÃO DE LÃ DE VIDRO, PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M2, COM VÃOS					
SINAPI	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço Unitário	Preço Total
88278	Montador de estrutura metálica com encargos complementares	h	0,595	R\$ 22,89	R\$ 13,61
88316	Servente com encargos complementares	h	0,195	R\$ 21,15	R\$ 4,12
	Material			89,40%	R\$ 139,59
	Mão de obra			10,60%	R\$ 12,60
	Total				R\$ 152,19

Fonte: SINAPI (2023)

Tabela 16: Composição referente ao drywall (RU)

PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO (<i>DRYWALL</i>), PARA USO INTERNO, COM DUAS FACES SIMPLES E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES, COM APLICAÇÃO DE LÃ DE VIDRO, CHAPA RU, COM VÃOS					
SINAPI	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço Unitário	Preço Total
88278	Montador de estrutura metálica com encargos complementares	h	0,595	R\$ 22,89	R\$ 13,61
88316	Servente com encargos complementares	h	0,195	R\$ 21,15	R\$ 4,12
	Material			89,40%	R\$ 166,94
	Mão de obra			10,60%	R\$ 12,60
	Total				R\$ 179,54

Fonte: SINAPI (2023)

Por meio das composições mostradas nas tabelas 14, 15 e 16, foi factível determinar os custos totais de cada serviço de gesso acartonado na edificação, haja vista que ao dividir os ambientes, segundo a especificação das paredes de gesso, foi feito o cálculo em razão do preço total encontrado. O valor total admitido na Situação Hipotética (B) é mostrado conforme a Tabela 17 abaixo:

Tabela 17: Área x Custo total da Situação Hipotética (B)

	Drywall ST	Drywall ST acústico	Drywall RU	Alvenaria
Área por Apto. (m ²)	7,28	47,77	47,46	65,156
Área por Pav. (m ²)	29,12	191,072	189,84	260,624
Área por Total (m ²)	582,40	3821,4	3796,8	5212,48
Custo	R\$ 69.276,48	R\$ 581.584,95	R\$ 681.677,47	R\$ 986.722,46
Total				R\$ 2.319.261,37

Fonte: O Autor (2023)

Com os resultados da tabela 17, foi obtido o custo de R\$ 2.319.261,37 para os serviços completos de gesso acartonado nas paredes internas e alvenaria cerâmica nas paredes externas. Ao fazer a comparação com o custo total obtido na Situação Real (A), exibido na tabela 13, obteve-se uma diferença de R\$ 136.025,39 a favor da edificação construída com paredes internas em gesso acartonado e paredes externas de alvenaria cerâmica (Situação Hipotética).

Além disso, é necessário destacar que ao escolher a situação hipotética, o engenheiro conseguiria reduzir seu tempo total de obra em aproximadamente 5,5 meses conforme mostrado na tabela 8. Diante dessa consequência, haveria também a necessidade de calcular os gastos com a mão de obra das equipes de alvenaria cerâmica que seriam ganhos com a redução de tempo devido a produtividade, esse valor foi obtido a partir da Tabela 18 abaixo:

Tabela 18: Custo da mão de obra da alvenaria

	Custo	Custo (6 meses)
Pedreiro	R\$ 1.965,09	R\$ 11.790,54
Servente	R\$ 1.422,25	R\$ 8.533,50
Total		R\$ 20.324,04
Total (8 equipes)		R\$ 162.592,32

Fonte: O Autor (2023)

A tabela 18 confirma ainda mais os lucros ganhos com os custos nas diferentes situações apresentadas ao longo do trabalho, visto que além da diferença de R\$ 136.025,39 acerca da escolha do tipo de material, haveria o adicional do custo da mão de obra prevista para a diferença de tempo entre as duas situações. Com a não utilização das 8 equipes, conforme mostrada a Tabela 8, o engenheiro iria obter mais R\$ 162.592,32 de caixa, obtendo uma diminuição total de R\$ 298.617,71 entre a situação real e a situação hipotética.

4.4. Custo Final

Em linhas gerais, analisando todas as variáveis e custos, o sistema em drywall se mostrou mais econômico a longo prazo, devido a sua economia na mão de obra em decorrência de menores prazos, menor custo na fundação devido o alívio de carga sobre a estrutura, e também sobre o custo direto de material, como exemplificado na tabela 19 abaixo:

Tabela 19: Comparação global de custos

Resumo final dos custos			
	Alvenaria	Drywall	Diferença
Custo material	R\$ 2.455.286,76	R\$ 2.319.261,37	R\$ 136.025,39
Custo (Fundação)	R\$ 337.055,60	R\$ 288.039,89	R\$ 49.015,71
Custo (Mão de obra)	R\$ 298.085,92	R\$ 135.493,60	R\$ 162.592,32
Custo total	R\$ 3.090.428,28	R\$ 2.742.794,86	R\$ 347.633,42

Fonte: O Autor (2023)

5. CONCLUSÃO

Após o estudo de caso e com os resultados obtidos ao longo dele, observou-se que as vedações internas em gesso acartonado se sobressaem quando comparado as vedações internas de alvenaria cerâmica na questão do preço, visto que a situação real se apresentou como 11% mais cara que a situação hipotética. Além disso, os benefícios gerados ao analisar os resultados acerca das cargas geradas em ambas as situações e o tempo gasto para finalização dos serviços de vedação contribui ainda mais para a escolha do tipo de vedação na edificação vertical em questão.

A produtividade foi comprovadamente bem maior no sistema de drywall em comparação ao sistema de alvenaria de blocos cerâmicos, a sua escolha significaria uma diminuição de 5,5 meses do tempo necessário para terminalidade dos serviços, isso é o equivalente a um pouco mais de 50% de redução de tempo no serviço de divisórias, o qual apresenta volume considerável na obra. Adjunto a isso, obteve-se os ganhos com a mão de obra não utilizada nesse período de trabalho.

Além disso, houve uma redução significativa de peso na edificação, um ganho de 860,21 toneladas na estrutura. Isso acarretaria uma diminuição de custos para fundação da obra vertical, visto que a redução e/ou troca das estacas do projeto proporcionaria uma diminuição significativa no uso do aço e do concreto.

Vale a pena salientar que para que a aplicação do sistema em drywall seja mais eficiente é necessário que essa decisão seja tomada na concepção do projeto, pois outras economias seriam geradas, as quais não foram expostas no estudo, como economia de concreto e aço em vigas e lajes, através do dimensionamento completo do edifício com a sobrecarga do drywall.

Desse modo, os resultados com esse estudo de caso evidenciam o potencial significativo do sistema de gesso acartonado, com imensas vantagens e benefícios para a edificação estudada. Isso somada a um planejamento prévio e escolha do método adequado para cada ambiente, resultaria em uma construção rápida, prática e eficiente. Porém, é preciso destacar que além dos benefícios há também os malefícios da vedação em gesso acartonado como a sensibilidade a água e umidade, a mão de obra especializada e a utilização de reforços no seu interior devido ao baixo peso de sua estrutura. Esses fatores deveriam ser considerados também na escolha final do construtor, visto que ambas as opções não serão perfeitas e podem apresentar vários tipos de problemáticas caso não sejam bem executadas ao longo da obra. Vale destacar também que esse estudo se utilizou de fórmulas e métodos básicos que trazem resultados estimados e que podem ser aprofundados em trabalhos futuros sobre a mesma temática visando conquistar resultados ainda mais precisos tanto na alvenaria cerâmica de vedação, quanto no sistema de gesso acartonado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 15217: Perfisados de aço para sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2018.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 15270-1: Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria - Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2017.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 15270-3: Componentes cerâmicos - Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2017
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15575-1: Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2021.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15578-1: Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - Projeto e procedimentos executivos para montagem - Parte 1: Requisitos para sistemas usados como paredes. Rio de Janeiro, 2009
6. AZEVEDO, Giovani de Aguiar; BRITO, Júlio César Honorato. Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. Trabalho de Conclusão de Curso. 2014.
7. BRAGA, Leandro Santos. Análise do método construtivo de paredes internas em drywall em comparação com a alvenaria, na Faculdade Faceg Faculdade Evangélica de Goianésia, na cidade de Goianésia-Goιάs. 2017.
8. CARDOSO, Silvia Scalzo; DE BARROS, Mercia Maria Bottura. Especificação de Perfis para Drywall e Light Steel Framing. 2016.
9. FERNANDES, Diana, et al. Eficiência acústica: lã de vidro e lã de rocha como isolantes para o sistema drywall. Anais da Engenharia Civil, v. 1, n. 1, 2018, p. 115-129.
10. LABUTO, Leonardo Vinicius. Parede seca: sistema construtivo de fechamento em estrutura de Drywall. 2014.
11. LOPES, Luiz Fernando Hoffmann. Projeto de Alvenaria de Vedação para Edificações: um estudo de caso. 2018.
12. MARTINS GUIMARÃES, Marcio, et al. Comparação das características físicas e financeiras entre os sistemas de vedação drywall e alvenaria convencional-estudo de caso. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 5, p. 48760-48775. 2021.
13. MEDEIROS, Abrahão Vieira; SOARES, Marjorie de Souza. Estudo técnico comparativo entre os métodos de vedação interna com drywall e com bloco cerâmico. 2021.
14. NUNES, Heloá Palma. Estudo da aplicação do Drywall em edificação vertical. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

15. PLACO Saint-Gobain. Guia Placo 2020 – Soluções Construtivas. Mogi das Cruzes, 2020.
16. TANIGUTI, E.K. Método construtivo de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1999.
17. TERESA, Karina. Utilização do sistema drywall em uma edificação residencial: análise comparativa entre alvenaria em bloco cerâmico e drywall. Engenharia Civil - Tubarão, 2017.
18. TERRES, LARISSA. O Sistema Construtivo Drywall O Que É De Acordo Com a Abnt Nbr 15758:2009. Rio de Janeiro, 2022.