

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

JULIANI PEREIRA BATISTA

**IMPACTO ESTRUTURAL NA SUBSTITUIÇÃO DE ALVENARIA EM
BLOCOS CERÂMICOS POR DRYWALL EM UMA EDIFICAÇÃO
UNIFAMILIAR**

FLORIANÓPOLIS, 2025

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

JULIANI PEREIRA BATISTA

**IMPACTO ESTRUTURAL NA SUBSTITUIÇÃO DE ALVENARIA EM
BLOCOS CERÂMICOS POR DRYWALL EM UMA EDIFICAÇÃO
UNIFAMILIAR**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador:
Prof. André Puel, Doutor

FLORIANÓPOLIS, 2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Batista, Juliani
IMPACTO ESTRUTURAL NA SUBSTITUIÇÃO DE ALVENARIA EM
BLOCOS CERÂMICOS POR DRYWALL EM UMA EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR
/ Juliani Batista; orientação de André Puel. - Florianópolis,
SC, 2025.
87 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado
em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico
de Construção Civil.
Inclui Referências.

1. Drywall. 2. Alvenaria. 3. Cargas estruturais.
4. Redução de custo. I. Puel, André. II. Instituto Federal
de Santa Catarina. III. IMPACTO ESTRUTURAL NA SUBSTITUIÇÃO
DE ALVENARIA EM BLOCOS CERÂMICOS POR DRYWALL
EM UMA EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR.


IMPACTO ESTRUTURAL NA SUBSTITUIÇÃO DE ALVENARIA EM BLOCOS CERÂMICOS POR DRYWALL EM UMA EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR

JULIANI PEREIRA BATISTA


Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 27 de fevereiro de 2025


Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **ANDRE PUEL**
Data: 04/04/2025 14:46:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. André Puel, Doutor
Instituto Federal de Santa Catarina

Documento assinado digitalmente
 **FERNANDO TOPPAN RABELLO**
Data: 06/04/2025 09:40:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Fernando Toppan Rabello, Doutor
Instituto Federal de Santa Catarina

Documento assinado digitalmente
 **HENRIQUE JULIANO GHISI SCARDUELLI**
Data: 07/04/2025 09:35:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Eng. Henrique Juliano Ghisi Scarduelli
Instituto Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, por ter me concedido força, saúde e resiliência ao longo desta caminhada acadêmica. Ao meu orientador, André Puel, pela dedicação do seu tempo e por compartilhar seus ensinamentos. Sua experiência e incentivo foram essenciais para a concretização deste projeto. Aos meus pais, por acreditarem no meu potencial e me ensinarem, desde cedo, a importância da dedicação e de ser melhor a cada dia. Ao meu noivo, Orlando, por estar sempre ao meu lado, me motivando, me compreendendo nos momentos de ausência e cuidando para que eu tivesse a melhor jornada acadêmica possível. À minha irmã, Leticia, por me lembrar, sempre, o quanto sou capaz de alcançar meus sonhos e por acreditar em mim com todo o coração. Aos meus amigos, que compartilharam comigo não apenas os momentos de alegria, mas também os desafios dessa caminhada. Em especial ao Vagner, Alexandre, Pati e Giulia, pela parceria, pelos conselhos e por ouvirem todos os meus desabafos. À Duda e à Vanessa, que, mesmo de longe, sempre se fizeram presentes e foram uma das razões pelas quais eu segui firme até o final. Agradeço à AltoQi, por possibilitar o uso do software para a execução deste trabalho. Em especial, ao Eng. Luiz Fellippe, pela disponibilidade e atenção em solucionar todas as dúvidas que surgiram durante o processo. À Otus Engenharia, pelo ambiente de aprendizado prático, que contribuiu significativamente para meu desenvolvimento profissional. Um agradecimento especial aos colegas Estevão e Douglas, por acreditarem em mim, me apoiarem e me incentivarem ao longo dessa jornada. Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e, principalmente, para a minha formação, deixo minha mais sincera gratidão.

“Aprendizado é a explicitação do conhecimento
por meio de uma performance melhorada”

Conrado Schlochau

RESUMO

A construção civil, um dos setores mais relevantes da economia global, busca constantemente por soluções mais eficientes e sustentáveis. A utilização de materiais e sistemas construtivos tradicionais, como a alvenaria, tem sido questionada devido ao seu alto consumo de recursos naturais e geração de resíduos. Além disso, a alvenaria em blocos cerâmicos, com suas paredes de alta densidade, resulta em cargas estruturais mais elevadas, exigindo estruturas e fundações mais robustas e onerosas. Em contrapartida, sistemas construtivos industrializados como o drywall, embora possa ter um custo inicial mais elevado, apresenta vantagens significativas, como redução do peso das paredes e maior agilidade na construção. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o impacto da substituição das paredes internas de alvenaria em blocos cerâmicos por drywall de um conjunto residencial unifamiliar. Será utilizado o software AltoQi Eberick para a modelagem estrutural. Ao final, será realizado o comparativo das cargas aplicadas nas fundações e os esforços internos nas vigas e lajes de cada sistema, além de realizar uma composição de custos de material e mão de obra da supra e infraestrutura e das vedações utilizando a Tabela SINAPI. Os resultados obtidos demonstraram que a substituição das vedações internas de alvenaria por drywall resultou em uma redução de 6,69% nos custos das fundações, além de uma economia global de 0,31% no custo total da edificação, evidenciando a viabilidade técnica e econômica desse sistema construtivo.

Palavras-chave: Drywall. Alvenaria. Cargas estruturais. Redução de custo.

ABSTRACT

The construction industry, one of the most relevant sectors of the global economy, is constantly seeking more efficient and sustainable solutions. The use of traditional construction materials and systems, such as masonry, has been questioned due to its high consumption of natural resources and generation of waste. Additionally, ceramic block masonry, with its high-density walls, results in higher structural loads, requiring more robust and expensive structures and foundations. In contrast, industrialized construction systems such as drywall, although they may have a higher initial cost, present significant advantages, such as reduced wall weight and faster construction. In this context, the present work aims to evaluate the impact of replacing internal ceramic block masonry walls with drywall in a single-family residential complex. The AltoQi Eberick software will be used for structural modeling. In the end, a comparison will be made of the loads applied to the foundations and the internal efforts in the beams, columns, and slabs of each system, as well as a cost composition of materials and labor for the superstructure, infrastructure, and enclosures using the SINAPI Table. The results demonstrated that the replacement of internal masonry walls with drywall led to a 6.69% reduction in foundation costs, along with an overall savings of 0.31% in the total building cost, highlighting the technical and economic feasibility of this construction system.

Keywords: Drywall. Masonry. Structural loads. Cost reduction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação de vedação vertical interna	16
Figura 2 - Requisitos de desempenho e características das vedações verticais.....	17
Figura 3 - Blocos cerâmicos	19
Figura 4 - Exemplos de blocos cerâmicos em diferentes tamanhos	19
Figura 5 - Exemplo de paredes internas em drywall	21
Figura 6 - Consumo de m ² de drywall per capita em 2023.....	22
Figura 7 - Evolução do mercado brasileiro de drywall.....	22
Figura 8 - Tipos de chapa drywall	23
Figura 9 - Parede Drywall Simples	25
Figura 10 - Parede Drywall Separativa.....	25
Figura 11 - Tabela 3 da ABNT NBR 6120:2019 sobre divisórias	26
Figura 12 - Tabela parede simples em drywall - Empresa Gypsum	26
Figura 13 - Tabela parede simples em drywall - Empresa Knauf.....	27
Figura 14 - Tabela parede simples em drywall - Empresa Trevo Drywall	27
Figura 15 - Instalações embutidas no drywall	33
Figura 16 - Instalações embutidas na alvenaria em blocos cerâmicos	34
Figura 17 - Área de influência de pilares utilizada no pré-dimensionamento	39
Figura 18 - Planta baixa do pavimento térreo.....	44
Figura 19 - Planta baixa do pavimento subsolo.....	45
Figura 20 - Corte BB	45
Figura 21 - Modelo estrutural 3D da edificação.....	49
Figura 22 - Pavimento térreo com paredes internas identificadas.....	50
Figura 23 - Pavimento subsolo com paredes internas identificadas.....	50
Figura 24 - Tabela 2 da ABNT NBR 6118:2019 sobre alvenaria.....	53
Figura 25 - Tabela 3 da ABNT NBR 6120:2019 sobre divisórias	54
Figura 26 - Configurações de vento	56
Figura 27 - Configurações desaprumo	56
Figura 28 - Localização da viga VSS-40 e VSS-26 no subsolo.....	59
Figura 29 - Diagrama de Carregamento da Viga VSS-40 – Modelo 01.....	60
Figura 30 - Diagrama de Carregamento da Viga VSS-40 – Modelo 02.....	60
Figura 31 - Diagrama de Esforços Cortantes da Viga VSS-40 – Modelo 01	60
Figura 32 - Diagrama de Esforços Cortantes da Viga VSS-40 – Modelo 02	61
Figura 33 - Diagrama de Momentos Fletores da Viga VSS-40 – Modelo 01	61

Figura 34 - Diagrama de Momentos Fletores da Viga VSS-40 – Modelo 02	61
Figura 35 - Diagrama de Carregamento da Viga VSS-26 – Modelo 01.....	62
Figura 36 - Diagrama de Carregamento da Viga VSS-26 – Modelo 02.....	62
Figura 37 - Diagrama de Esforços Cortantes da Viga VSS-26 – Modelo 01	63
Figura 38 - Diagrama de Esforços Cortantes da Viga VSS-26 – Modelo 02	63
Figura 39 - Diagrama de Momentos Fletores da Viga VSS-26 – Modelo 01	63
Figura 40 - Diagrama de Momentos Fletores da Viga VSS-26 – Modelo 02.....	64
Figura 41 - Exemplo 1 dos Momentos fletores - Modelo 01	64
Figura 42 – Exemplo 1 dos Momentos fletores - Modelo 02	65
Figura 43 - Exemplo 2 dos Momentos fletores - Modelo 01	66
Figura 44 - Exemplo 2 dos Momentos fletores - Modelo 02	67
Figura 45 - Gráfico comparando as cargas totais na fundação de cada modelo.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características técnicas das paredes de vedação	20
Tabela 2 - Componentes da vedação vertical interna em drywall	24
Tabela 3 - Vantagens e desvantagens da alvenaria em blocos cerâmicos	28
Tabela 4 - Vantagens e desvantagens do drywall.....	28
Tabela 5 - Comparação das espessuras da parede.....	30
Tabela 6 - Comparação de quantitativo de materiais da estrutura	31
Tabela 7 - Custos totais obtidos para cada projeto (concreto + aço)	31
Tabela 8 - Pesos do drywall para paredes internas baseado no mercado.....	54
Tabela 9 - Combinações de ações utilizadas.....	57
Tabela 11 – Comparativo de Cargas totais (tf) nas sapatas	67
Tabela 12 - Dimensões (cm) das sapatas para cada modelo	70
Tabela 13 - Resumo de Materiais por Pavimento (Modelos 01).....	72
Tabela 14 - Tabela 10 - Resumo de Materiais por Pavimento (Modelos 02)	72
Tabela 15 - Resumo geral do quantitativo de materiais	73
Tabela 16 - Resumo Geral de aço, concreto e forma por elemento.....	74
Tabela 17 - Orçamento Sintético das Fundações e Estrutura - Modelo 01	75
Tabela 18 - Orçamento Sintético das Fundações e Estrutura - Modelo 02	77
Tabela 19 - Orçamento Sintético das Vedações - Modelo 01	79
Tabela 20 - Orçamento Sintético das Vedações - Modelo 02	79
Tabela 21 - Comparação do Custo Total dos Modelos 01 e 02	81

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	11
1.1	Definição do Problema	13
1.2	Objetivo Geral	14
1.3	Objetivos Específicos	14
1.4	Estrutura do Trabalho	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	Vedações verticais	16
2.2	Alvenaria em blocos cerâmicos	18
2.3	Drywall	20
2.3.1	Parede Drywall Simples	24
2.3.2	Parede Drywall Separativa.....	25
2.3.3	Peso específico do Drywall	26
2.4	Comparação entre alvenaria em blocos cerâmicos e drywall	28
2.4.1	Aspectos construtivos e qualitativos	32
2.4.2	Resíduos de construção	35
2.5	Estruturas de concreto armado	36
2.5.1	Pré-dimensionamento da Estrutura.....	38
2.5.2	Análise Estrutural	40
2.5.3	Dimensionamento da estrutura	42
3	METODOLOGIA	43
3.1	Definição do Objeto de Estudo	44
3.2	Pré-dimensionamento	46
3.2.1	Lajes	46
3.2.2	Vigas	47
3.2.3	Pilares	47
3.3	Modelagem da estrutura	48
3.4	Características do projeto	51
3.5	Carregamento das vedações	52
3.5.1	Alvenaria em blocos cerâmicos.....	52
3.5.2	Drywall	53
3.6	Análise da estrutura	55
3.7	Composição de custos	58
4	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	58
4.1	Análise de esforços internos	59
4.1.1	Vigas	59
4.1.2	Lajes	64
4.2	Cargas nas fundações	67
4.3	Quantitativo de materiais	71
4.4	Composição de Custos	74
4.4.1	Custos da Estrutura	75
4.4.2	Custos das Vedações Internas	78
4.4.3	Comparação e Discussão dos Resultados.....	80
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
5.1	Sugestões para trabalhos futuros	83
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A busca por soluções mais econômicas na construção civil tem impulsionado a indústria a explorar novas alternativas de materiais, processos e tecnologias. Segundo o relatório do World Economic Forum (2016), o setor da construção civil, um dos pilares da economia mundial, representa cerca de 6% do Produto Interno Bruto (PIB) global, além de ser também o maior consumidor de matérias-primas e responsável por 40% das emissões de carbono do mundo. Diante desse cenário, a indústria enfrenta o desafio de conciliar o crescimento econômico com a busca por soluções construtivas mais eficientes e sustentáveis.

Cunha et al. (2023), destaca que em 2020, quase 47 milhões de toneladas de Resíduos da Construção e Demolição (RCD) foram recolhidas pelos municípios brasileiros, representando 212 kg por habitante e um aumento de 5,5% face a 2019. Pode-se destacar que as principais causas de geração de RCD em obras de construção no Brasil se deve a demolição de edifícios existentes, superprodução de materiais durante a obra, falta de qualidade dos serviços de construção ou bens gerando perda de materiais e perdas durante o processo de construção, por exemplo, por quebra de tijolos e cerâmicas (CARDOSO, 2017).

Tradicionalmente, os processos construtivos no Brasil têm se baseado em sistemas convencionais, como a alvenaria que utiliza blocos cerâmicos para a vedação de ambientes. No entanto, a alta densidade das paredes de alvenaria resulta em um aumento considerável de cargas, exigindo estruturas e fundações robustas e, conseqüentemente, mais caras (SILVA, 2011). Além disso, o processo construtivo tradicional é mais lento e gera maior quantidade de resíduos, o que impacta negativamente o meio ambiente e aumenta os custos da obra. Como aponta Oliveira (2016), as características tornam a alvenaria uma opção menos vantajosa em comparação com sistemas construtivos mais modernos.

Diante desse cenário, conforme apresentado pelo Manual da Construção Industrializada (ABDI, 2015), faz-se necessário fortalecer o uso de sistemas construtivos industrializados, que têm como características inerentes maior planejamento e estudos de viabilidade técnico-econômica e de logística mais precisos. Países como Estados Unidos, Japão, Austrália e Europa tem se beneficiado de

diversas inovações tecnológicas. Sistemas como steel frame, wood frame e drywall são exemplos de soluções já empregadas (OLIVEIRA, 2016).

O sistema de construção a seco tem como um dos padrões o drywall, um sistema leve para uso em vedações verticais, constituído por chapas de gesso acartonado fixadas em guias e perfis de aço galvanizado. Dentre as vantagens desse material, estão o melhor aproveitamento dos ambientes, a agilidade da mão de obra, a construção racionalizada, que reduz o acúmulo de entulhos e a redução da carga estrutural, em razão do baixo peso do material (ABDI, 2015).

A substituição da alvenaria em blocos cerâmicos pelo drywall como sistema de vedação pode trazer diversos benefícios. Conforme o estudo de Fleury, (2014), ao analisar a diferença entre as cargas atuantes na estrutura de um edifício de 11 pavimentos, percebe-se que a carga devido ao peso da vedação em alvenaria é aproximadamente 6 vezes maior do que quando utilizado o sistema de drywall. Para Silva (2016), o benefício mais evidente na utilização de drywall comparado ao sistema convencional está relacionado a agilidade de execução e grande aumento de produtividade.

Nesse contexto, o sistema drywall emerge como uma alternativa promissora. No entanto, apesar de sua crescente utilização, ainda há lacunas na literatura brasileira quanto ao impacto da substituição da alvenaria em blocos cerâmicos pelo drywall em projetos residenciais de menor porte, como casas unifamiliares ou sobrados, especialmente no que diz respeito à redução de cargas estruturais e ao custo de execução. A maioria das pesquisas e estudos concentram-se em edificações de maior porte, como prédios residenciais e comerciais, deixando uma carência de dados para construções menores que também poderiam se beneficiar dessas inovações.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o impacto da substituição das paredes internas de alvenaria em blocos cerâmicos por drywall de um conjunto residencial unifamiliar, utilizando o software AltoQi Eberick para a modelagem estrutural. Foram analisadas as cargas aplicadas nas fundações, bem como os esforços internos nas vigas e lajes de cada sistema, sem alteração das seções desses elementos estruturais, sendo ajustadas apenas as dimensões das

sapatas. Além disso, foi realizada a composição de custos de materiais e mão de obra da estrutura e das vedações internas com base na Tabela SINAPI.

Os resultados obtidos demonstraram que a substituição pelo drywall proporcionou uma redução de 8,04% nas cargas transmitidas à estrutura, especialmente nas fundações, onde foi possível otimizar as seções e reduzir os custos em 6,69%. Além disso, verificou-se uma redução global nos esforços internos das vigas e lajes, com quedas que ultrapassaram 60% em diversos pontos. No contexto global da obra, essa mudança resultou em uma economia de 0,31% nos custos totais, destacando-se o drywall como uma alternativa viável para projetos de pequeno porte.

1.1 Definição do Problema

A escolha do sistema de vedação vertical em projetos residenciais é crucial para a eficiência estrutural e o custo total da construção. A alvenaria em blocos cerâmicos, apesar de ser amplamente utilizada, apresenta desvantagens como o aumento das cargas estruturais, exigindo fundações mais robustas e dispendiosas, além de um maior tempo de execução e uma maior geração de resíduos (SILVA, 2011). Em contraste, o drywall oferece vantagens notáveis, incluindo a redução das cargas estruturais, maior rapidez na execução e menor geração de resíduos (ABDI, 2015), embora o custo final precise ser analisado conforme as características específicas do projeto.

No entanto, ao considerar o setor de construção civil no Brasil, observa-se um certo receio em adotar inovações, mesmo com o sistema drywall tenha chegado no país há mais de 30 anos (FERSAN, 2018). Apesar de sua longa presença no mercado, ainda existem muitas dúvidas e resistência em relação à sua aplicação. Além disso, a literatura brasileira carece de estudos detalhados sobre o impacto da substituição de paredes de alvenaria em blocos cerâmicos por drywall em projetos residenciais de menor porte.

Uma questão central deste estudo é: Qual o impacto da substituição das paredes internas de alvenaria em blocos cerâmicos pelo drywall na redução das cargas estruturais e no custo final de um projeto residencial unifamiliar?

Este trabalho visa preencher essa carência, fornecendo uma análise comparativa entre a alvenaria em blocos cerâmicos e o drywall em um projeto residencial. Para isso, será realizada a modelagem estrutural da residência em dois cenários distintos: com paredes internas em alvenaria em blocos cerâmicos e com paredes internas em drywall. Utilizando o software AltoQi Eberick, serão analisadas as cargas resultantes em cada cenário. Em seguida será realizada uma composição de custos de materiais e mão de obra da supra e infraestrutura e das vedações utilizando a Tabela SINAPI. Assim, busca-se oferecer dados relevantes que possam orientar a tomada de decisões em projetos residenciais.

1.2 Objetivo Geral

Avaliar o impacto da substituição das paredes internas de alvenaria em blocos cerâmicos por drywall na redução das cargas estruturais e no custo associado a cada um desses sistemas de um conjunto residencial.

1.3 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Realizar um levantamento e a preparação do projeto arquitetônico para identificar as vedações internas que serão substituídas.
- Realizar o pré-dimensionamento dos elementos estruturais (vigas, pilares e lajes).
- Utilizar o software AltoQi Eberick para modelar a estrutura do projeto considerando alvenaria em blocos cerâmicos e drywall.
- Comparar as cargas aplicadas nas fundações e em vigas e lajes resultantes do uso de cada sistema, sem alterar as seções dos elementos estruturais, exceto de sapatas;
- Analisar as diferenças encontradas, destacando o impacto de cada sistema na distribuição de cargas e esforços nas estruturas.

- Utilizar a tabela SINAPI para estabelecer uma composição de custos de material e mão de obra das vedações internas (alvenaria em blocos cerâmicos e drywall) e da estrutura (sapatas, lajes, pilares e vigas).

1.4 Estrutura do Trabalho

O trabalho inicia pelo Capítulo 1 que introduz e justifica o tema do estudo, apresentando a definição do problema e a relevância da comparação entre alvenaria e drywall, além de definir objetivos gerais e específicos. A seção final deste capítulo oferece uma visão geral da organização do trabalho, detalhando o conteúdo e a abordagem.

O Capítulo 2 fornece a base teórica para a análise comparativa, abordando o histórico e a evolução dos sistemas de alvenaria em blocos cerâmicos e drywall, incluindo inovações tecnológicas. Discute conceitos, propriedades, e processos de execução de ambos os sistemas. A análise estrutural é aprofundada com o uso do software AltoQi Eberick, detalhando as técnicas de dimensionamento e métodos aplicados. A seção também revisa trabalhos acadêmicos e técnicos similares, discutindo seus resultados e implicações para o estudo.

O Capítulo 3 detalha a metodologia do trabalho, descrevendo o planejamento e os recursos necessários para a execução da pesquisa. São especificadas as etapas necessárias para a elaboração dos modelos estruturais no software AltoQi Eberick e a para a elaboração da composição de custos.

O Capítulo 4 apresenta a análise e interpretação dos resultados obtidos, comparando as variáveis estruturais e de custos entre os sistemas de alvenaria em blocos cerâmicos e drywall com base em dados do SINAPI.

O Capítulo 5 encerra o trabalho com as considerações finais, abordando as conclusões tiradas a partir dos resultados obtidos na pesquisa e recomendações para futuras pesquisas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Vedações verticais

Segundo Salgado (2018), as vedações verticais de uma edificação podem ser caracterizadas como um conjunto de elementos que possuem a função de dividir ambientes internos e externos, controlar a entrada de agentes indesejados e dar suporte para as instalações. Elas não apenas delimitam os espaços, mas também desempenham um papel crucial no isolamento acústico e térmico, além de contribuir para a segurança e funcionalidade do edifício. Cardoso (2007) complementa, afirmando que as vedações também suportam e protegem as instalações embutidas e garantem condições adequadas de habitabilidade.

Para classificar as vedações verticais e diferenciar os materiais utilizados neste subsistema, Sabbatini (2003) propõe uma categorização baseada nas características e métodos de execução dos materiais. Essas classes são apresentadas na Figura 1.

Figura 1 - Classificação de vedação vertical interna

CLASSIFICAÇÕES DE VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS			
Característica	Tipo	Descrição	Exemplo
MOBILIDADE	Fixa	Vedação que não possibilita mobilização e a recuperação de seus componentes é praticamente impossível.	Alvenaria em bloco cerâmico e paredes maciças moldadas in loco.
	Desmontável	Vedação que pode ser mobilizada e seus componentes sofrem pouca ou nenhuma degradação, podendo ser reutilizados.	Gesso acartonado
	Móvel	Vedação que pode ser movimentada de um local para o outro, sem necessidade de desmontagem e sem degradação de seus componentes.	Biombos
CAPACIDADE DE SUPORTE	Resistente	Possui função estrutural além de dividir os ambientes.	Alvenaria estrutural
	Autoportante	Possui apenas a função de dividir ambientes.	Gesso acartonado e alvenaria em bloco cerâmico
TÉCNICA DE EXECUÇÃO	Por conformação	Utiliza materiais com plasticidade obtida pela adição de água.	Alvenaria em bloco cerâmico
	Por acoplamento a seco	Utiliza materiais como pregos, parafusos e rebites.	Gesso acartonado
ESTRUTURAÇÃO	Auto suporte	Não há necessidade de estrutura complementar para sustentação.	Alvenaria
	Estruturada	Vedação possui uma estrutura complementar para suporte dos elementos de vedação.	Gesso acartonado

Fonte: Adaptado de Sabbatini (2003).

As vedações verticais internas subdividem o volume interno do edifício em vários ambientes, facilitando a organização funcional do espaço (VANDENBERG, 1977). Tais vedações, devem atender de forma prioritária a função de compartimentação de ambientes e de forma secundária as seguintes funções (SABBATINI, 2003):

- Auxiliar no conforto térmico e acústico;
- Servir de suporte e proteção às instalações do edifício;
- Servir de proteção de equipamentos de utilização do edifício;
- Em alguns casos, suprir a função estrutural do edifício.

A NBR 15575-4:2021, estabelece os requisitos mínimos de desempenho que devem ser atendidos pelos sistemas de vedações verticais internas e externas (SVVIE) em edificações residenciais. A sessão 4 dessa norma é inteiramente dedicada a este sistema, ressaltando sua importância para o desempenho geral de uma edificação. As exigências em relação às vedações verticais, conforme contempladas na norma, incluem: desempenho estrutural, segurança contra incêndio, estanqueidade, desempenho térmico, acústico, durabilidade e manutenibilidade (ABNT NBR 15575-4:2021). Franco (1998) apresenta os principais requisitos e as características fundamentais das vedações conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Requisitos de desempenho e características das vedações verticais

REQUISITOS DE DESEMPENHO	CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS
<ul style="list-style-type: none"> • Segurança estrutural • Isolação térmica • Isolação acústica • Estanqueidade • Segurança ao fogo • Estabilidade • Durabilidade • Estética • Economia 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistência mecânica • Deformabilidade • Estabilidade dimensional • Propriedades térmicas • Resistência à transmissão sonora • Resistência ao fogo • Resistência a penetração de água • Resistência a agentes agressivos • Custos adequados de produção e manutenção

Fonte: Franco (1998).

Estudos indicam que as vedações verticais impactam significativamente os custos da obra. Marques (2013), aponta que elas podem representar de 4% a 6% do valor total da construção e incluindo os elementos complementares como esquadrias e revestimentos, esse custo pode aumentar para até 20%. Vargas et al. (1997) destacam também que uma parte significativa dos materiais se transforma em entulho, com cerca de 30% dos blocos e elementos de vedação gerando resíduos. Essa informação evidencia a necessidade de considerar alternativas construtivas que possam reduzir o desperdício e os custos associados.

Dentre os diversos tipos de vedações verticais internas existentes no mercado, o presente estudo será aprofundado nos dois tipos de processos escolhidos para a análise comparativa: a alvenaria em blocos cerâmicos e o drywall.

2.2 Alvenaria em blocos cerâmicos

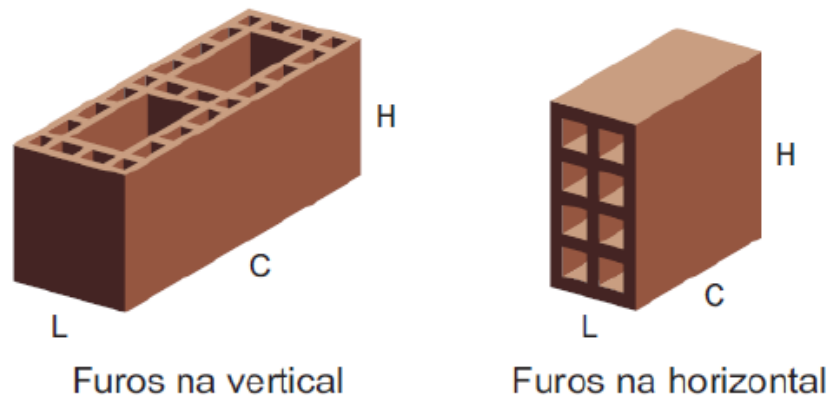
O uso do bloco cerâmico remonta a aproximadamente 4.000 a.C., sendo um dos materiais de construção mais antigos conhecidos pela humanidade. Os primeiros vestígios de tijolos datam de cerca de 7.500 a.C., quando comunidades do Oriente Médio começaram a moldar e secar argila ao sol para construir abrigo. Inicialmente, essas estruturas eram feitas de tijolos de argila crua, que, após serem secados ao sol, eram queimados em fornos, transformando a argila em um material cerâmico mais resistente (PRINCESA, 2020).

No Brasil, o bloco cerâmico começou a ser utilizado no período da colonização europeia, por volta do século XVI. No entanto, foi a partir de 1850 que o bloco cerâmico se tornou um elemento essencial na construção civil brasileira, especialmente nas últimas décadas do século XIX e início do século XX. Neste período, o bloco cerâmico passou a desempenhar um papel fundamental tanto na estrutura quanto na vedação das construções, complementando o uso da pedra e cal em diversas edificações da época (PRINCESA, 2020).

Conforme a NBR 15270-1 (ABNT, 2023), os blocos cerâmicos são componentes fundamentais da alvenaria de vedação. Esta norma especifica os requisitos dimensionais, bem como as propriedades físicas e mecânicas dos blocos cerâmicos destinados ao uso em obras de alvenaria, sejam estas com ou sem função estrutural, e independentemente de serem executadas de maneira racionalizada ou

não. Os blocos cerâmicos podem ser fabricados com furos tanto na horizontal quanto na vertical, conforme ilustrado na Figura 3.

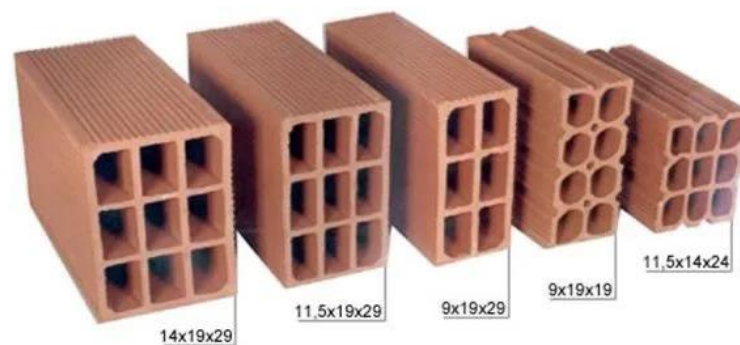
Figura 3 - Blocos cerâmicos



Fonte: Thomaz et al. (2009).

As dimensões dos blocos seguem padrões específicos estabelecidos pela norma, com uma padronização que facilita a aplicação e a integração no sistema construtivo (ABNT, 2023). Diante das diversas possibilidades em dimensões, existem hoje no mercado vários tipos de blocos cerâmicos. Além das medidas, outras características podem ser alteradas conforme o produto, como a quantidade e o formato dos furos, bem como a textura do bloco. Alguns exemplos dessas variações podem ser observados na Figura 4.

Figura 4 - Exemplos de blocos cerâmicos em diferentes tamanhos



Fonte: Naína Construcenter, (s.d.).

As características do bloco cerâmico incluem alta dureza, boa resistência mecânica, ruptura frágil, alta estabilidade química e térmica, e baixa condutividade elétrica e térmica (CARASEK, et al., 2007). A NBR 15270-1:2023 especifica que os blocos de vedação devem apresentar uma resistência à compressão superior a 1,5 MPa.

O manual de execução de paredes de vedação em blocos cerâmicos (IPT, 1988, p.2), destaca que as paredes de vedação mais comuns são constituídas por blocos cerâmicos com larguras de 9 cm e 14 cm e são revestidos em ambas as faces com uma camada de argamassa de 1,5 cm de espessura, apresentando valores médios quanto às suas propriedades mecânicas mostradas na Tabela 1:

Tabela 1 - Características técnicas das paredes de vedação

Largura do bloco cerâmico (cm)	Características da parede revestida com argamassa					
	Largura (cm)	Massa (kg/m ²)	Resistência térmica (m ² °C/W)	Classe de transmissão sonora ³	Resistência ao fogo (minutos)	
					Isol. térmica	Estabilidade
9	12	130	0,22	42	105	155
14	17	180	0,30	39	4	2

Fonte: IPT, 1988

2.3 Drywall

Conforme apresenta Monteiro (2018), o termo "drywall" deriva da expressão inglesa que significa "parede seca", pois tem sua montagem através do acoplamento mecânico, sem o uso de materiais que possuem dosagem de água, como concretos e argamassas. Essa tecnologia, exemplificada na Figura 5, também conhecida como gesso acartonado, substitui as vedações internas convencionais, como paredes, forros e revestimentos em edificações. Trata-se de um sistema pré-fabricado em placas e perfis metálicos leves que são parafusados e tratados com massas e outros acessórios para o tratamento de juntas e arestas (PEREIRA, 2017).

É definida por SABBATINI (1998, apud LABUTO, 2014) como:

“[...] um tipo de vedação vertical utilizada na compartimentação e separação de espaços internos em edificações, leve, estruturada, fixa ou desmontável, geralmente monolítica, de montagem por acoplamento mecânico; constituída por uma estrutura de perfis metálicos ou de madeira e fechamento em chapas de gesso acartonado”.

Figura 5 - Exemplo de paredes internas em drywall



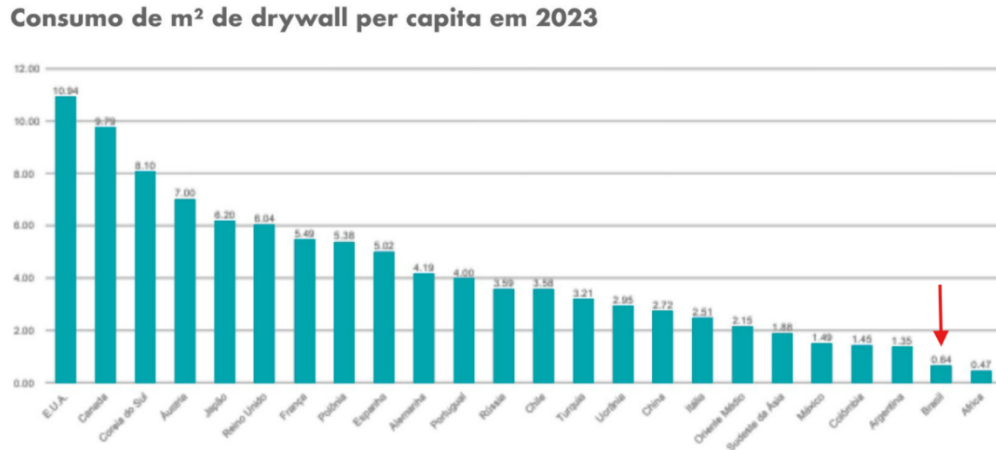
Fonte: HF divisórias (s.d.).

O drywall tem suas raízes no século XIX, com a invenção do Sacket board pelo empresário americano Augustine Sackett. Patenteado em 1894, esse sistema construtivo consistia em camadas de gesso e materiais fibrosos revestidas por papel, representando um avanço significativo na tecnologia da construção (KNAUF, 2018).

A disseminação do drywall no Brasil ocorreu a partir da década de 1970 com a implantação da primeira fábrica brasileira para produção das chapas de gesso. Nesta mesma década houve um esforço muito grande do setor da construção civil para racionalizar os processos construtivos e adotar componentes pré-fabricados (Monteiro, 2018). Porém, pode-se considerar que a década de 1990 foi mais fértil na introdução de inovações tecnológicas e sistemas industrializados (MITIDIERI, 2018).

A adoção do drywall em diversos países ocorreu de forma mais precoce em comparação ao Brasil, resultando em uma demanda significativamente maior e mais consolidada nesses mercados. A Figura 6 revela essa discrepância:

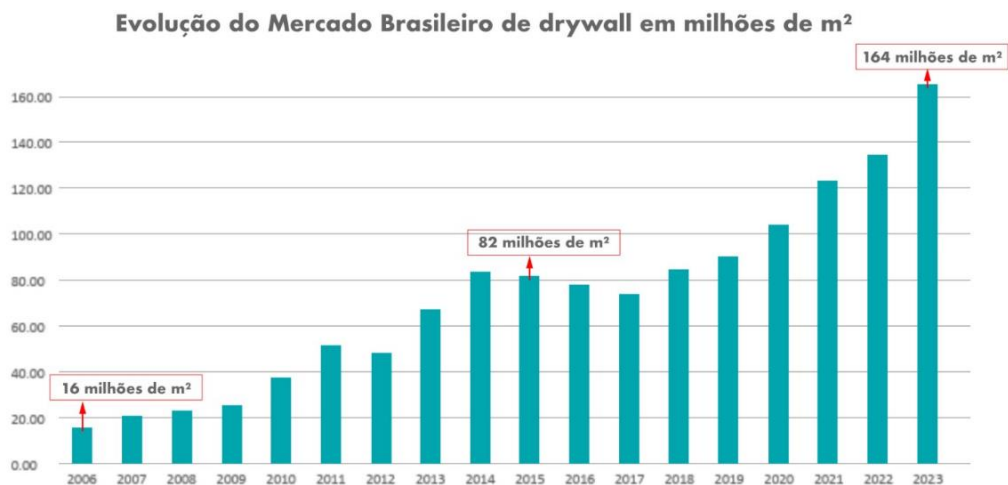
Figura 6 - Consumo de m² de drywall per capita em 2023



Fonte: Adaptada de Zorzi, (2024).

Segundo Zorzi (2023), apesar de seu consumo per capita ser significativamente menor comparado ao da Argentina ou do Chile, o país registrou um consumo total de aproximadamente 130 milhões de metros quadrados de drywall em 2022, superando o consumo combinado desses dois países. O mercado nacional demonstra um crescimento acelerado nos últimos anos, conforme destaca a Figura 7:

Figura 7 - Evolução do mercado brasileiro de drywall



Fonte: Zorzi, (2024).

Segundo Taniguti (1999), no Brasil, são comercializados atualmente três tipos principais de chapas de gesso para drywall: comum, resistente à umidade e resistente ao fogo. Em outros países, além desses tipos, existe uma variedade maior, incluindo chapas resistentes ao impacto, flexíveis e resistentes ao vapor d'água.

Para a regulamentação desse sistema no Brasil, a ABNT criou algumas normas técnicas. A NBR 15758 (2009) – Sistema construtivo em chapas de gesso para drywall – Projeto e procedimentos executivos para montagem, e está dividido em 3 partes, com os requisitos necessários para sistema usado como paredes, sistema usado como forros e sistema usado como revestimentos.

Considerando os componentes do método construtivo tem-se ainda a NBR 14715 (2021) – Chapas de Gesso para Drywall que se divide nas partes de requisitos e métodos de ensaio e a NBR 15217 (2018) – Perfis de aço para sistemas construtivos de chapas de gesso para drywall – Requisitos e Métodos de ensaio.

A NBR 14715:2021 define os tipos de chapas de gesso para drywall e suas aplicações, conforme ilustrado na Figura 08. Os materiais e componentes empregados na montagem da divisória de drywall são categorizados conforme sua função no processo de execução, conforme detalhado na Tabela 2.

Figura 8 - Tipos de chapa drywall

Tipos de chapas		
Tipo de chapa	Código	Aplicação
Standard	ST	Paredes, revestimentos e forros em áreas secas ^a
Resistente à umidade	RU	Paredes, revestimentos e forros em áreas sujeitas intermitentemente à umidade
Resistente ao fogo	RF	Paredes, revestimentos e forros em áreas secas, com chapas de características especiais de resistência ao fogo
^a Em caso de forros, a chapa <i>standard</i> pode ser utilizada em áreas úmidas, desde que isso seja previsto em projeto.		

Fonte: NBR 14715-2021.

Tabela 2 - Componentes da vedação vertical interna em drywall

Função	Componentes	
Estruturação	Perfis metálicos	Guias
		Montantes
		Travessas
	Reforços	
Fechamento	Chapas de gesso acartonado	
Fixação	Parafusos/Buchas	
Acabamento/ Tratamento de juntas	Massas	
	Fitas	
	Perfis metálicos	Cantoneiras
Isolamento termo-acústico	Mantas ou placas de materiais isolantes	
	Banda acústica	
Proteção contra ação da água e vapor d'água (para áreas úmidas)	Sistemas de impermeabilização	

Fonte: Adaptado de TANIGUTI, (1999).

De acordo com a Gypsum (2024), existem pelo menos 14 tipos de paredes drywall, desenvolvidos para atender às diversas necessidades de projeto. Neste trabalho, serão adotadas duas dessas paredes, sendo a parede simples e a parede separativa.

2.3.1 Parede Drywall Simples

A parede de drywall simples, conforme ilustra a Figura 09, é composta por perfis guias e montantes em aço galvanizado, com uma placa de gesso acartonado fixada em cada face da estrutura. Possui espessura final que varia de 73 a 115 mm, com pé-direito máximo de 4,60 m e sua resistência ao fogo é de 30 minutos. Em relação ao desempenho acústico, o sistema oferece um isolamento entre 34 e 47 dB, dependendo da presença de materiais isolantes no seu interior (GYPSUM, 2024).

Essa parede é formada por uma única linha de estrutura, com espaço interno de 48, 70 ou 90 mm, permitindo a instalação de isolantes termoacústicos e a passagem de tubulações hidráulicas e elétricas. Sua aplicação é recomendada para divisões internas dentro de uma mesma unidade, podendo ser utilizada em obras residenciais, comerciais, industriais, hospitalares, hoteleiras e educacionais (GYPSUM, 2024).

Figura 9 - Parede Drywall Simples

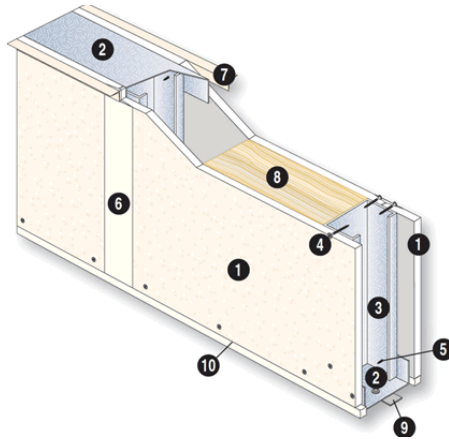


Tabela de Consumo (m²)¹

Componentes	Paginação dos Montantes (mm)			
	Montantes Simples		Montantes Duplos	
	600	400	600	400
1 Chapa BR	2,10m	2,10m	2,10m	2,10m
2 Guia	0,90m	0,90m	0,90m	0,90m
3 Montante	2,30m	3,00m	3,80m	5,50m
4 Parafuso TA 3,5 x 25mm	25un.	30un.	35un.	40un.
5 Parafuso LA 4,2 x 9,5mm	2un.	2un.	6un.	8un.
6 Massa de Rejunte Gypsum 90	0,70Kg	0,70Kg	0,70Kg	0,70Kg
7 Fita JT	3,00m	3,00m	3,00m	3,00m
8 Lã de Vidro	1,05m ²	1,05m ²	1,05m ²	1,05m ²
9 Banda Acústica #3mm	0,90m ²	0,90m ²	0,90m ²	0,90m ²
10 Cola Gypsum	0,10Kg	0,10Kg	0,10Kg	0,10Kg

¹ Consumo estabelecido com base na altura do pé-direito de 2,50 m. Coeficiente de perda de 5%.

Fonte: Gypsum, (2024).

2.3.2 Parede Drywall Separativa

A Parede Drywall Separativa é projetada para atuar como divisória entre unidades habitacionais distintas, como apartamentos e sobrados geminados, exigindo um maior isolamento acústico e resistência ao fogo. Essa parede é constituída por duas linhas de estrutura independentes, conforme Figura 10, separadas por uma camada de ar ou de isolante termoacústico, além das chapas de gesso acartonado em ambas as faces (GYPSUM, 2024). Essa configuração proporciona um desempenho acústico superior, com valores que podem alcançar 60 dB, além de uma resistência ao fogo de até 60 minutos, dependendo das especificações da obra (GYPSUM, 2024).

Figura 10 - Parede Drywall Separativa

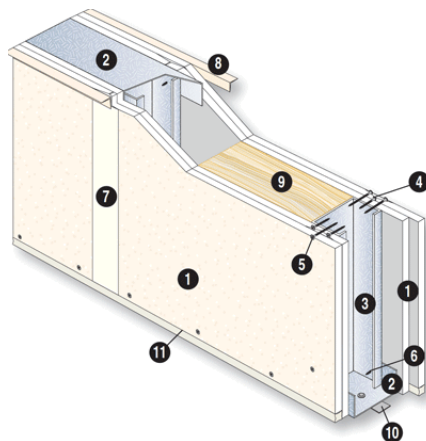


Tabela de Consumo (m²)¹

Componentes	Paginação dos Montantes (mm)			
	Montantes Simples		Montantes Duplos	
	600	400	600	400
1 Chapa BR	4,20m	4,20m	4,20m	4,20m
2 Guia	0,90m	0,90m	0,90m	0,90m
3 Montante	2,30m	3,00m	3,80m	5,50m
4 Parafuso TA 3,5 x 25mm	12,5un.	15un.	18un.	20un.
5 Parafuso TA 3,5 x 35mm	25un.	30un.	35un.	40un.
6 Parafuso LA 4,2 x 9,5mm	2un.	2un.	6un.	8un.
7 Massa de Rejunte Gypsum 90	0,70Kg	0,70Kg	0,70Kg	0,70Kg
8 Fita JT	3,00m	3,00m	3,00m	3,00m
9 Lã de Vidro	1,05m ²	1,05m ²	1,05m ²	1,05m ²
10 Banda Acústica #3mm	0,90m ²	0,90m ²	0,90m ²	0,90m ²
11 Cola Gypsum	0,10Kg	0,10Kg	0,10Kg	0,10Kg

Fonte: Gypsum, (2024).

2.3.3 Peso específico do Drywall

A determinação do peso específico das paredes de drywall é um aspecto fundamental no cálculo das cargas atuantes na estrutura. Contudo, a norma brasileira ABNT NBR 6120:2019, que estabelece as cargas para o cálculo de estruturas, apresenta o peso específico apenas para paredes com quatro chapas de gesso, conforme Figura 11. Assim, para paredes com chapas simples, como as divisórias internas, os projetistas devem adotar os valores fornecidos por empresas privadas, considerando as especificidades de cada sistema.

Figura 11 - Tabela 3 da ABNT NBR 6120:2019 sobre divisórias

Material	Espessura nominal do elemento cm	Peso kN/m ²
Drywall (composição: montantes metálicos, quatro chapas com 12,5 mm de espessura cada e isolamento acústico com lã de rocha ou lã de vidro com 50 mm de espessura)	7 a 30	0,5
Divisórias retráteis (exceto divisórias com vidro)	7 a 12	0,6
Caixilhos, incluindo vidro simples (espessura 4 mm):	-	0,2
— de alumínio,		0,3
— de ferro,		0,5
— que vão de piso a piso, com h ≤ 4,0 m		
Fachadas com pele de vidro, fachadas unitizadas	Validar conforme o caso	

Fonte: ABNT (2019). Destaque da Autora.

Atualmente, o mercado disponibiliza tabelas específicas fornecidas pelos fabricantes, apresentando o peso específico das paredes conforme o tipo de chapa, estrutura e espaçamento entre montantes. A seguir, são apresentados na Figura 12, Figura 13 e Figura 14 alguns exemplos de especificações disponibilizadas por três fornecedores distintos, destacando as diferenças nos pesos específicos das paredes de drywall simples com 11,5 cm de espessura.

Figura 12 - Tabela de desempenho parede simples em drywall - Empresa Gypsum

PAREDE TIPOLOGIA	PERFIL (mm)	ESPESSURA DA PAREDE (mm)	PAGINAÇÃO DOS MONTANTES (mm)	ALTURA LIMITE DOS MONTANTES (m)*		QUANTIDADE DE CHAPAS (un.) / ESPESSURA (mm)	PESO (Kg/m ²)	RESISTÊNCIA AO FOGO (CF)**		ÍNDICE DE ISOLAMENTO ACÚSTICO (dB)***	
				SIMPLES	DUPLOS			C/ST	C/RF	S/LÃ	C/LÃ
PAREDE SIMPLES	48	73	600	2,50	2,90	02 / BR 12,5	20	30	30	34 / 36	42 / 44
			400	2,70	3,25						
	70	95	600	3,00	3,60	02 / BR 12,5	20	30	30	38 / 40	44 / 46
			400	3,30	4,05						
	90	115	600	3,50	4,15	02 / BR 12,5	20	30	30	39 / 42	45 / 47
			400	3,85	4,60						

Fonte: Gypsum, (2024). Destaque da Autora.

Figura 13 - Tabela de desempenho parede simples em drywall - Empresa Knauf

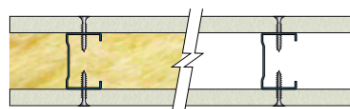
Espessura total das paredes (mm) *	Largura dos montantes (mm)	Quantidade e espessura das chapas (mm)	Peso (kg/m ²)
73	48	2 x 12,5	22
78	48	2 x 15,0	27
95	70	2 x 12,5	22
100	70	2 x 15,0	27
115	90	2 x 12,5	22
120	90	2 x 15,0	27

* A espessura total da parede se modificará de acordo com a altura desejada (PD= piso-laje/substrato), conforme tabela de desempenho

Fonte: Knauf, (2014). Destaque da Autora.

Figura 14 - Tabela de desempenho parede simples em drywall - Empresa Trevo Drywall

Altura máxima (metros)	Isolamento Acústico Rw dB		Resistência ao fogo (minutos)		Tipologias Paredes (mm)		Distância entre montantes (mm)	Quantidade de Chapas	Espessura das chapas (mm)	Peso (kg/m ²)
	Montantes simples	Sem isolamento termoacústico	Com isolamento termoacústico	Com chapa ST ou RU	Com chapa RF	Espessura total da parede				
2,50	34 a 36	42 a 44	30	30	73	48	600	2	12,5	20
							400	2	12,5	20
2,60	35 a 37	43 a 45	30	60	78	48	600	2	15,0	26
							400	2	15,0	26
3,00	38 a 40	44 a 46	30	30	95	70	600	2	12,5	20
							400	2	12,5	20
3,10	39 a 41	45 a 47	30	60	100	70	600	2	15,0	26
							400	2	15,0	27
3,50	39 a 42	45 a 47	30	30	115	90	600	2	12,5	20
							400	2	12,5	21
3,60	40 a 43	46 a 48	30	60	120	90	600	2	15,0	26
							400	2	15,0	27



• Montantes simples - duas chapas

Fonte: Trevo Drywall, (2025). Destaque da Autora.

Essa discrepância entre a norma técnica e as informações disponibilizadas pelo mercado evidencia a importância de uma análise criteriosa no momento da definição das cargas de projeto, especialmente em sistemas leves, como o drywall. Dessa forma, uma prática comum é calcular a média dos pesos específicos fornecidos por diferentes fabricantes para determinar um valor representativo e seguro a ser utilizado nos projetos estruturais.

2.4 Comparação entre alvenaria em blocos cerâmicos e drywall

A comparação entre a alvenaria em blocos cerâmicos e o drywall revela que ambos os sistemas possuem vantagens e desvantagens que devem ser consideradas na escolha do sistema mais adequado para cada projeto. O estudo realizado por Sabbatini (2003) e Oliveira (2013) apresenta algumas delas relacionadas a alvenaria em blocos cerâmicos na Tabela 3:

Tabela 3 - Vantagens e desvantagens da alvenaria em blocos cerâmicos

Vantagens	Desvantagens
Elevada durabilidade	Carga elevada na estrutura
Bom desempenho térmico	Baixa produtividade durante a execução
Bom desempenho acústico	Pode haver a ocorrência de trincas
Elevada resistência mecânica	Maior consumo de materiais
Resistência ao fogo	Grande perda de materiais devido a diversos fatores
Não há limitação de uso em relação a condições ambientais	Geração de entulho devido aos cortes feitos na vedação para a passagem de instalações

Fonte: Adaptado de Sabbatini (2003) e Oliveira (2013).

Em relação ao sistema drywall algumas vantagens e desvantagens são apresentadas na Tabela 4:

Tabela 4 - Vantagens e desvantagens do drywall

Vantagens	Desvantagens
Elevada produtividade	Baixa resistência mecânica
Baixa carga na estrutura	Necessita de um planejamento prévio para áreas onde é necessário uma resistência maior
Resistência ao fogo	Vazios do sistema podem possibilitar a ocorrência de fungos e insetos
Desmontabilidade	Baixa resistência à umidade
Bom acabamento, sem trincas ou imperfeições	Tendência de aparição de fungos caso o local possua uma umidade do ar permanentemente elevada.
Possibilidade de diferentes níveis de isolamento acústico	

Fonte: Adaptado de COMAT (2012) e Oliveira (2013).

No levantamento bibliográfico realizado por Bego (2023), foram abordados aspectos econômicos e práticos na comparação entre alvenaria e drywall. Em reformas, a alvenaria requer mais tempo para execução devido ao período de secagem do reboco e à etapa de finalização. Além disso, a remoção de uma parede

de alvenaria é significativamente mais trabalhosa em comparação ao drywall, que permite a remoção sem danos à sua estrutura.

Outro aspecto econômico relevante é a disponibilidade do drywall na área da obra. A falta desse material, mesmo sendo tecnicamente adequado para o projeto, pode inviabilizar seu uso devido aos altos custos de transporte. Em contrapartida, a alvenaria em blocos cerâmicos enfrenta menos esse problema, pois os materiais necessários são amplamente disponíveis no mercado (BEGO, 2023).

Dentro dos aspectos sociais, uma vantagem do drywall é a necessidade de mão de obra qualificada, o que resulta em maior geração de renda para os trabalhadores e maior rapidez na execução. No entanto, a alvenaria em blocos cerâmicos também apresenta uma vantagem social, pois, por não exigir alta qualificação, oferece oportunidades de trabalho para pessoas em situação mais vulnerável (OLIVEIRA, 2019).

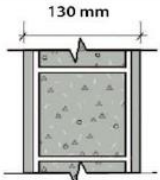
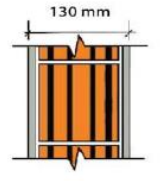
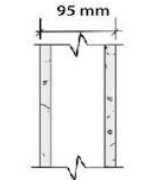
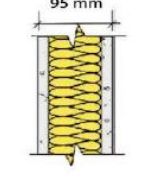
No que diz respeito aos aspectos ambientais, a diferença de desperdício entre o drywall e a alvenaria em blocos cerâmicos é significativa. O drywall apresenta seis vezes menos perdas em comparação à alvenaria, pois as placas de gesso são pré-moldadas, resultando consideravelmente em uma menor geração de resíduos na construção (VIANA, 2013). Além disso, o drywall oferece uma forma de construção racionalizada, com etapas realizadas uma única vez e mínimo retrabalho, permitindo um aumento na eficiência e produtividade dos processos e redução de problemas patológicos e desperdícios (MORATO JÚNIOR, 2008). Em contraste, a alvenaria em blocos cerâmicos é montada no próprio local da construção, gerando uma grande quantidade de resíduos.

Através das especificações apresentadas e da análise na Tabela 5, observa-se variações nas dimensões finais e no peso das paredes em diferentes sistemas construtivos de vedação vertical interna. A utilização do drywall pode aumentar a área útil da edificação em até 4% a cada 100 m² em comparação à alvenaria e oferece superfícies lisas que dispensam gastos adicionais com acabamentos para pintura.

Em relação ao desempenho acústico, a Tabela 5 destaca também que, enquanto as paredes de alvenaria em blocos cerâmicos possuem isolamento acústico de 38 dB com peso superior a 190 kg/m², as paredes de drywall apresentam isolamento de até 45 dB com um peso significativamente menor, variando entre 22 e

23 kg/m². Essa redução de peso, aliada à eficiência acústica superior, demonstra o potencial desse sistema construtivo para atender aos requisitos de conforto sonoro e eficiência estrutural.

Tabela 5 - Comparação das espessuras da parede

Especificação	Corte	Isolamento acústico	Peso kg/m ²	Redução na espessura da parede
Bloco de concreto revestido com argamassa		38 dB	210	130 – 95 = 27% E Ganho área útil de 3 a 4%
Bloco cerâmico revestido com argamassa		38 dB	195	
Drywall		39 dB	22	
Drywall com lã isolante		45 dB	23	

Fonte: Adaptação da Associação brasileira de Drywall, (2018).

No estudo realizado por Anjos (2016), a pesquisa aplicada, substituindo a vedação interna de alvenaria em blocos cerâmicos por drywall em um edifício residencial de 20 pavimentos, nota-se que a redução total de aço de 12%, e redução de 3,5% de concreto, além da redução total da carga no empreendimento, resultando em 18,61%. Apesar disso, o estudo não quantificou a redução nos custos de materiais e mão de obra de cada um dos sistemas.

Em seu estudo, Pereira (2017) constatou que a substituição de 5.475,71 m² de alvenaria por drywall em um edifício de 20 pavimentos reduziu a carga total em 8,67% (807,79 toneladas) e o consumo de aço em 23.043,70 kg (equivalente a R\$ 233.806,52). No entanto, o aumento no custo das paredes de vedação em R\$ 189.153,48 compensou parcialmente essa economia. Apesar disso, a redução nos

custos estruturais torna o uso do drywall economicamente viável para o caso analisado. É importante ressaltar que o estudo não comparou os custos das fundações.

Oliveira (2016), em um estudo similar com um edifício de 4 pavimentos, observou uma redução de aproximadamente 10% no peso total de aço das estruturas devido à substituição da alvenaria por drywall (Tabela 6) e uma diferença de custos de aproximadamente 4,3% entre os dois projetos (Tabela 7). Assim como os demais estudos, a pesquisa não apresentou uma análise detalhada dos custos das fundações.

Tabela 6 - Comparação de quantitativo de materiais da estrutura

		Projeto com Alvenaria	Projeto com drywall
Peso total + 10% (kg)	CA50	14085,6	12502,4
	CA60	2272,1	2299,2
	Total	16357,8	14801,6
Volume concreto (m ³)	C-25	257,1	251,9
Área de forma (m ²)		2294,8	2292,1
Consumo de aço (kgf/m ³)		63,6	58,7

Fonte: Oliveira, (2016).

Tabela 7 - Custos totais obtidos para cada projeto (concreto + aço)

	Custo Total
Projeto com alvenaria	R\$ 142.767,27
Projeto com drywall	R\$ 136.578,30

Fonte: Oliveira, (2016).

Monteiro (2021), em um estudo de caso de uma residência de alto padrão com 290 m², analisou a influência de diferentes sistemas de vedação interna nos carregamentos da edificação. Os resultados demonstraram uma redução significativa nos carregamentos totais quando se comparou a vedação em alvenaria em blocos cerâmicos (354 tf) com a vedação em drywall (290 tf). Além disso, o autor realizou o dimensionamento das fundações para cada sistema, observando que as sapatas para os modelos com blocos de concreto e blocos cerâmicos foram dimensionadas como quadradas de 1 m x 1 m com 30 cm de profundidade, enquanto as sapatas para o modelo com drywall foram dimensionadas como quadradas de 80 cm x 80 cm, mantendo a profundidade. Embora a redução dos carregamentos seja evidente, o estudo não quantificou o impacto dessa otimização nos custos.

2.4.1 Aspectos construtivos e qualitativos

A adoção de divisórias de drywall representa um avanço significativo em termos de otimização do processo construtivo (NETO, 2020). A pré-fabricação dos elementos, que já atendem aos requisitos normativos, elimina a necessidade de etapas intermediárias e reduz consideravelmente o tempo de execução da obra. Segundo Nunes (2015), a execução fica cerca de 30% mais rápida, pois um profissional produz aproximadamente 15 a 20 m² por dia de alvenaria com blocos cerâmicos, enquanto com o uso de drywall esse valor pode chegar a 40 m² por dia.

Conforme as composições da tabela SINAPI, para construir 1 m² de parede de drywall, é necessário 0,8626 horas de trabalho, contabilizando montador e servente. Em contrapartida, para realizar a mesma parede em alvenaria em blocos cerâmicos, são necessárias 1,29 horas de pedreiro e servente. Além disso, segundo Diedrich (2023), os custos de drywall estão majoritariamente relacionados aos materiais (88%), enquanto apenas 12% correspondem à mão de obra. Já na alvenaria, 66% do custo é destinado aos materiais e 34% à mão de obra.

A alvenaria em blocos cerâmicos, apesar de amplamente utilizada, ainda apresenta desafios relacionados à produtividade e à qualidade da mão de obra. Conforme Bertolini (2013), os métodos artesanais frequentemente adotados na alvenaria dependem fortemente da habilidade do profissional, o que resulta em variações significativas na qualidade do trabalho. Em muitos casos, a baixa qualificação da mão de obra compromete tanto a eficiência quanto a precisão da execução, levando a retrabalhos e desperdícios (RODRIGUES, 2013).

Adicionalmente, os sistemas tradicionais de alvenaria em blocos cerâmicos utilizam ferramentas rudimentares, exigindo maior habilidade manual para obter um resultado satisfatório (RODRIGUES, 2013). Isso contrasta com o drywall, que faz uso de sistemas industrializados e permite uma maior padronização e qualidade no acabamento. Além disso, os atrasos e custos adicionais gerados por retrabalhos nas instalações prediais, como elétricas e hidráulicas, são mais comuns em alvenaria em blocos cerâmicos, aumentando o desperdício de materiais e os custos indiretos.

Segundo Lima (2020), o drywall é versátil não apenas por se adequar a diferentes tipos de ambientes, mas também pela praticidade que oferece na execução de instalações, que podem ser embutidas diretamente nas cavidades formadas pelos

perfis metálicos, dispensando cortes e rasgos adicionais. Essa característica minimiza danos à estrutura e reduz o tempo de trabalho, além de facilitar eventuais adaptações ou expansões futuras no projeto. A Figura 15 retrata um exemplo de instalações elétricas e hidrossanitárias embutidas em parede drywall:

Figura 15 - Instalações embutidas no drywall



Fonte: Malafaia e Simonato, (2018).

Conforme a Divismart (2023), as instalações elétricas no drywall utilizam conduítes que são fixados diretamente na estrutura metálica antes da colocação das placas. As caixas elétricas para tomadas e interruptores são posicionadas de forma segura nas chapas de gesso acartonado, assegurando funcionalidade e acabamento uniforme. No caso das instalações hidráulicas, os tubos são fixados com braçadeiras específicas na estrutura metálica, permitindo a passagem de água e esgoto sem a necessidade de intervenções adicionais nas placas.

Na alvenaria em blocos cerâmicos, entretanto, as intervenções para a passagem de conduítes e tubulações são mais complexas. O processo de prever rasgos nos blocos é manual e demanda maior tempo, gerando um volume considerável de resíduos e impactando negativamente na produtividade. Conforme Rodrigues (2013), esse método tradicional depende fortemente da precisão do profissional e, quando mal executado, pode comprometer a integridade da parede, aumentando os custos

com retrabalhos. A Figura 16 exemplifica paredes de alvenaria em blocos cerâmicos com instalações embutidas:

Figura 16 - Instalações embutidas na alvenaria em blocos cerâmicos



Fonte: Brasil, (2018).

O acabamento é outro aspecto em que o drywall se destaca em relação à alvenaria em blocos cerâmicos. Segundo a Placo (2023), as paredes de drywall oferecem uma superfície plana e uniforme, permitindo a aplicação direta de pinturas, papéis de parede ou outros revestimentos com rapidez e qualidade superior. Além disso, o drywall elimina a necessidade de camadas espessas de reboco ou massa corrida, reduzindo etapas e acelerando o processo de acabamento. A facilidade no nivelamento das juntas entre as placas é garantida pelo uso de fitas e massas próprias, resultando em um acabamento limpo e profissional.

Na alvenaria em blocos cerâmicos, o acabamento exige maior número de etapas. De acordo com a Quartzolit (2023), é necessário aplicar primeiro o chapisco para criar aderência, seguido do reboco para nivelamento e, por fim, a massa corrida antes da pintura. Esse processo demanda mais tempo e gera maior volume de resíduos, além de aumentar o custo final do acabamento (DIEDRICH, 2023).

Quanto a manutenção das instalações, segundo Placo (2023), o drywall se destaca pela facilidade na realização de reparos. Caso seja necessário acessar as instalações embutidas, é possível remover as chapas de gesso de forma localizada e, após o reparo, reinstalá-las com acabamento praticamente imperceptível. Por outro

lado, na alvenaria em blocos cerâmicos, a manutenção das instalações exige a quebra de paredes para acessar tubulações ou conduítes, gerando entulho e aumentando os custos e o tempo de execução (RP ENGENHARIA, 2023).

2.4.2 Resíduos de construção

A geração de resíduos na construção civil é um tema central ao considerar a sustentabilidade dos sistemas construtivos. O drywall e alvenaria em blocos cerâmicos diferem consideravelmente no tipo e volume de resíduos gerados, bem como nas possibilidades de reciclagem e reaproveitamento.

O drywall, por ser um sistema construtivo industrializado, gera resíduos em menores quantidades quando comparado à alvenaria em blocos cerâmicos. Segundo Silva (2010), o volume de resíduos gerados pelo drywall corresponde a aproximadamente 5% do material utilizado, o que reflete a precisão na fabricação e montagem das chapas e perfis metálicos. Os principais componentes do sistema, como gesso, papel-cartão e aço galvanizado, possuem alto potencial de reciclagem, desde que sejam segregados corretamente nos canteiros de obra (SOUZA, 2013).

A reutilização do gesso, por exemplo, é uma prática comum na América do Norte, onde entre 10% e 20% do material contido nas chapas de drywall provém de resíduos reciclados. No Brasil, iniciativas como a da empresa Placo do Brasil mostram que é possível incorporar a reciclagem ao processo produtivo, reduzindo a necessidade de extrair novos recursos e diminuindo os impactos ambientais (SOUZA, 2013).

Na alvenaria em blocos cerâmicos, os resíduos incluem fragmentos de blocos, argamassa e reboco, que podem representar até 30% dos materiais utilizados em um canteiro de obras, dependendo do nível de planejamento e execução (AGUSTONI, 2018). A elevada geração de entulho está associada a processos artesanais e à falta de compatibilização entre as etapas construtivas. Bertol (2015) identificou que os cortes realizados para instalações elétricas e hidráulicas são uma das principais fontes de desperdício na construção com blocos cerâmicos.

Stolz (2010) reforça que a ausência de padronização nos processos de corte e revestimento gera quantidades significativas de resíduos. Além disso, a

incompatibilidade entre a marcação das instalações e os elementos estruturais, como lajes e pilares, resulta em retrabalhos e aumenta o volume de material descartado.

O drywall apresenta vantagens ambientais devido ao menor volume de resíduos e à possibilidade de reciclagem de seus componentes. O gesso pode ser reaproveitado para a fabricação de novas chapas ou utilizado como insumo na agricultura, enquanto os perfis metálicos são 100% recicláveis (SOUZA, 2013). Porém, o descarte inadequado de gesso em aterros pode causar contaminação do solo e emissão de gases tóxicos em condições anaeróbicas, destacando a importância da gestão adequada desses resíduos (PEREZ, 2018).

Por outro lado, os resíduos de alvenaria em blocos cerâmicos, embora não sejam tóxicos, possuem maior volume e ocupam espaço significativo em aterros sanitários. A reciclagem desses materiais é viável e pode incluir sua utilização como agregados em concretos não estruturais ou sub-base para pavimentos, mas o processo requer alta demanda de energia e planejamento logístico eficiente (SOUZA, 2013).

2.5 Estruturas de concreto armado

As estruturas consistem em um conjunto estável de uma ou mais peças que devem suportar as cargas que serão expostas por solicitações externas, absorvê-las de modo interno e estar apto para transmiti-las para seus apoios (SUSSEKIND, 1981).

De acordo com Botelho e Marchetti (2013), o concreto é definido como uma mistura de areia, cimento, pedra e água, e sua principal função é resistir à compressão. No entanto, em uma estrutura, a presença de forças de tração é comum, o que destaca a importância da armadura. Normalmente, utiliza-se o aço devido à sua excelente resistência à tração. Os autores ressaltam a importância da interação entre o concreto e o aço, observando que uma maior aderência entre os dois materiais contribui para a eficácia do conceito de concreto armado.

O projeto de estruturas em concreto simples, armado ou protendido é regulamentado pela norma ABNT NBR 6118:2023. Essa norma estabelece requisitos gerais a serem atendidos, bem como os requisitos específicos relativos a cada uma de suas etapas de execução, que são eles:

- Capacidade resistente dos elementos estruturais em suportar as ações previstas de ocorrerem na construção, com conveniente margem de segurança contra a ruína ou a ruptura;
- Desempenho da estrutura em manter-se em condições plenas de utilização durante toda a sua vida útil, não devendo apresentar danos que comprometam em parte, ou totalmente o uso para o qual foi projetada;
- Durabilidade da estrutura para resistir às influências ambientais previstas e definidas na etapa de projeto.

De acordo com Alva (2007), a concepção da estrutura de um edifício envolve organizar os elementos estruturais de forma a atender às suas funções projetadas, considerando segurança, economia, durabilidade, estética e funcionalidade. Pinheiro et al. (2007) acrescentam que essa concepção inclui a escolha dos elementos e a definição de suas posições para formar um sistema estrutural eficiente, capaz de absorver os esforços das ações atuantes e transmiti-los ao solo de fundação.

Para edificações em concreto armado com concepção estrutural usual (sistema estrutural com laje, viga e pilar) e com pequenas sobrecargas de utilização, Alva (2007) recomenda:

- a) Posicionar os pilares, de preferência, nos cantos das edificações e nos encontros das vigas;
- b) Procurar distanciar os pilares entre 2,5 e 6,0 m;
- c) Escolher regiões não muito nobres no pavimento tipo da edificação para o posicionamento dos pilares (cantos dos armários embutidos, atrás das portas etc.) evitando que eles fiquem aparentes em salas e dormitórios;
- d) Verificar se as posições lançadas no pavimento tipo são aceitáveis ao térreo e nas garagens (subsolos). Por sua vez, essa preocupação de cunho estético é menos importante para o térreo, uma vez que a sua arquitetura pode ficar um pouco prejudicada em favor de um melhor posicionamento dos pilares no pavimento tipo. Quanto às garagens, verifica-se que é mais difícil compatibilizar as melhores posições estruturais dos pilares com a melhor distribuição dos boxes (espaços reservados para os automóveis), sendo primordial, nesta etapa, o entendimento entre calculistas e arquitetos na busca da melhor posição estrutural para os pilares;

e) Procurar, sempre que possível, o posicionamento das vigas de tal forma que elas formem pórticos com os pilares, a fim de enrijecer a estrutura frente às ações horizontais (vento), principalmente na direção da menor dimensão em planta do edifício.

f) Procurar lançar vigas onde existam paredes, evitando que elas fiquem aparentes, contribuindo para o aspecto estético. Entretanto, não é obrigatório lançar vigas sob todas as paredes. Eventualmente, uma parede poderá apoiar-se diretamente na laje, devendo-se fazer as devidas verificações na laje em virtude do carregamento introduzido pela parede. Quando existirem paredes leves, como por exemplo paredes de gesso acartonado e divisórias, a tarefa do lançamento de vigas torna-se mais flexível;

g) Verificar a real necessidade de rebaixamento de uma laje em relação à outra. Às vezes o rebaixamento é necessário quando se tem que embutir as tubulações de esgoto nas lajes (lajes de banheiro ou das áreas de serviço). Atualmente, para esconder as tubulações de esgoto, há a preferência pela utilização de forros falsos em contrapartida à opção pelo rebaixamento. Isso se deve principalmente à facilidade de eventuais consertos nas tubulações.

2.5.1 Pré-dimensionamento da Estrutura

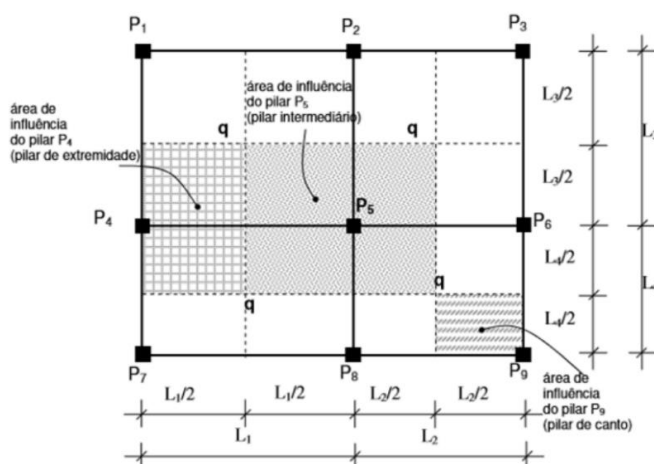
O pré-dimensionamento de uma estrutura é uma etapa fundamental no desenvolvimento do projeto estrutural, pois permite uma primeira definição das dimensões dos elementos estruturais com o objetivo de calcular as ações envolvidas. Segundo Pinheiro (2007), essa fase visa determinar o peso próprio da estrutura, sendo a base para o cálculo das cargas atuantes. O conhecimento preliminar das dimensões de cada componente possibilita também a definição dos vãos equivalentes e das rigidezes, essenciais para o cálculo das ligações entre os elementos estruturais.

Diversos métodos de pré-dimensionamento são encontrados na literatura, baseando-se em princípios simplificados da resistência dos materiais e da teoria das estruturas. Segundo Gonçalves e Silva (2020), há diferentes abordagens para o pré-dimensionamento de pilares, vigas e lajes, sendo que os métodos mais utilizados seguem critérios empíricos e recomendações normativas.

Os métodos de pré-dimensionamento de pilares apresentam abordagens distintas, mas complementares. No método de Moura (2018), incorpora-se majoração específicos para pilares internos, de extremidade e de canto, calculando a força normal de cálculo com base na carga atuante. Para Araújo (2009), baseia-se na carga

média de 12 kN/m^2 e na área de influência (Figura 17), aplicando fatores de segurança para determinar a área de concreto. O cálculo do esforço normal é feito a partir do cálculo do esforço normal, considerando-se a carga média e o número de pavimentos, considerando-se a carga média e o número de pavimentos.

Figura 17 - Área de influência de pilares utilizada no pré-dimensionamento



Fonte: Melo (2013).

Souza (2019) também considera áreas de influência e coeficientes padronizados para estimar as seções dos pilares. Estima o carregamento do pilar considerando os pavimentos e a carga proveniente das lajes, além de utilizar coeficientes padronizados para simplificar o cálculo da seção de concreto.

O pré-dimensionamento de vigas segue abordagens similares em alguns métodos, com diferenças pontuais quanto à forma de determinar a altura. Araújo (2009) e Moura (2018) compartilham uma metodologia que define a altura como fração do vão, com ajustes baseados na posição das vigas. Cunha (2014), por sua vez, propõe o 'Método do Vão Ponderado', que considera a posição da viga e sua função estrutural para definir a altura necessária. Assim, observa-se que as abordagens variam conforme o tipo e função das vigas na estrutura, levando em consideração o vão livre e a carga aplicada.

As metodologias de pré-dimensionamento de lajes também apresentam variações interessantes. Araújo (2009) e Moura (2018) utilizam a relação entre o menor vão e um coeficiente fixo. Cunha (2014) adota uma classificação baseada na

direção da armadura, o que permite ajustes na altura das lajes conforme o tipo de carregamento e as condições de apoio.

Assim, a escolha do método depende da configuração estrutural e dos objetivos específicos do projeto. Em todos os casos, o objetivo principal é garantir segurança, estabilidade e viabilidade construtiva com base nas cargas previstas e nas características do sistema estrutural adotado. Giongo (2007) observa que a precisão nessa fase, embora baseada em cálculos preliminares, é essencial para garantir a eficiência da estrutura e evitar modificações dispendiosas nas etapas posteriores.

No presente trabalho, foram utilizadas as referências de Moura (2018) e Araújo (2009) devido à sua aplicabilidade ao tipo de edificação em estudo, considerando suas contribuições relevantes no dimensionamento de elementos estruturais em edificações residenciais. Essas referências oferecem abordagens práticas e acessíveis para a estimativa inicial das seções estruturais. Os conceitos abordados por esses autores são apresentados com mais detalhes no tópico 3.2, com ênfase nas diretrizes e critérios empregados no desenvolvimento do modelo estrutural.

2.5.2 Análise Estrutural

A análise estrutural é um dos processos mais críticos no projeto de uma estrutura de concreto armado. De acordo com Giongo (2007), a análise de estruturas é essencial, pois permite determinar como as forças e os momentos atuam sobre os elementos estruturais. A NBR 6118:2023 reforça que é necessário verificar a resistência das estruturas quanto a diferentes estados limites, como o estado limite último (ELU) e o estado limite de serviço (ELS), para garantir a segurança e o desempenho adequado da estrutura.

O estado limite último, conforme destacado por Pinheiro (2007), refere-se à capacidade máxima que a estrutura pode suportar antes de sofrer falhas críticas. Este estado é alcançado quando a estrutura não consegue mais resistir às solicitações, resultando em sua ruptura. Entre os fenômenos que indicam o atingimento desse limite estão a perda de equilíbrio do sistema estrutural, escoamento excessivo das armaduras, flambagem, instabilidade dinâmica, entre outros.

Por outro lado, o estado limite de serviço, segundo a NBR 6118:2023, está relacionado à durabilidade e ao desempenho funcional das estruturas ao longo de sua vida útil. Ele considera aspectos como a aparência da edificação e o conforto dos usuários, assegurando que a estrutura não apresente fissuras, deformações excessivas ou vibrações que comprometam a sua funcionalidade ou a qualidade do ambiente interno (PINHEIRO, 2007).

Como afirma Carvalho e Filho (2014), é essencial considerar também as ações de carga que influenciam as estruturas, classificando-as em permanentes, variáveis e excepcionais, para a análise de seus efeitos e determinar as condições de segurança adequadas. O método dos estados limites, adotado pela NBR 6118:2023, é a ferramenta principal nesse tipo de análise, buscando garantir que a estrutura tenha um desempenho adequado, sem exceder os limites de carga que possam comprometer a sua integridade.

A análise estrutural deve considerar as ações horizontais, como o vento e os efeitos de desaprumo, que podem impactar significativamente o comportamento global da estrutura. Segundo Barboza (2008), o vento exerce pressão sobre as superfícies externas da edificação, gerando esforços que devem ser absorvidos e transmitidos de forma eficiente para os elementos de suporte. A NBR 6123:2023 estabelece critérios para a análise dessas forças, levando em consideração a velocidade básica do vento, o fator topográfico, a rugosidade do terreno, a classe da edificação e o fator estatístico, que permitem a correta avaliação das pressões internas e externas aplicadas sobre a estrutura.

Já o desaprumo refere-se às inclinações não intencionais dos elementos verticais, resultantes de imperfeições geométricas inerentes ao processo construtivo. De acordo com Moncayo (2011), o desaprumo é considerado na análise estrutural para garantir a estabilidade global da edificação, prevenindo instabilidades relacionadas ao comportamento dinâmico da estrutura. A NBR 6118:2023 define os critérios para a consideração desses desvios, estabelecendo limites máximos e métodos para sua determinação.

Por fim, as combinações de ações são essenciais para a análise estrutural, pois permitem avaliar o comportamento da edificação sob diferentes condições de carregamento. A NBR 8681:2003 orienta a aplicação dessas combinações,

classificando-as em normais, excepcionais e especiais, conforme a probabilidade de ocorrência e a natureza das cargas envolvidas. A correta definição dessas combinações é crucial para garantir a segurança e a durabilidade da estrutura, uma vez que determina os esforços máximos que os elementos estruturais deverão suportar ao longo da vida útil da edificação.

2.5.3 Dimensionamento da estrutura

O dimensionamento da estrutura é a fase em que as dimensões definitivas dos elementos estruturais são determinadas. Para isso, deve-se garantir que a estrutura tenha a resistência necessária para suportar as ações aplicadas.

O AltoQi Eberick, desenvolvido pela empresa AltoQi, é um software destinado ao projeto estrutural em concreto armado moldado in loco e concreto pré-moldado. Este software abrange todas as etapas do projeto, incluindo o lançamento, análise da estrutura, dimensionamento e detalhamento final dos elementos. Todo o processo é realizado em conformidade com os parâmetros estabelecidos pela ABNT NBR 6118:2023.

Andrade (2013) explica que o software em questão realiza a análise estrutural de um pórtico espacial composto por vigas e pilares, que são representados como barras interligadas por nós. As lajes, por sua vez, são calculadas de maneira independente do pórtico. Além disso, o autor detalha o processo de cálculo da seguinte maneira: as lajes são inicialmente montadas e avaliadas através de grelhas; as reações das lajes são transferidas para as vigas que as sustentam; o pórtico espacial é então montado, recebendo as cargas provenientes das lajes; e, finalmente, o pórtico é processado para que os esforços solicitantes sejam utilizados no detalhamento dos elementos estruturais (ANDRADE, 2013).

A AltoQi descreve em sua homepage, que este software apresenta as seguintes características principais:

- a) Entrada de dados gráfica em ambiente de CAD integrado, com possibilidade de importação da arquitetura em formato DXF;
- b) Visualização tridimensional da estrutura;

- c) Análise da estrutura em modelo de pórtico espacial, com verificação da estabilidade global;
- d) Possibilidade de modelar as ligações entre os elementos (rótulas, engastes, ligações semirrígidas);
- e) Possibilidade de analisar os painéis de lajes em um modelo de grelha plana, com discretização semiautomática;
- f) Dimensionamento dos elementos de acordo com a norma NBR 6118:2023;
- g) Detalhamento dos elementos com possibilidade de edição da ferragem e atualização da relação de aço;
- h) Geração de quantitativos de materiais por elemento, prancha, pavimento ou projeto;
- i) Geração de diversos diagramas, apresentando reações de lajes e vigas, flechas em pavimentos, entre outros;
- j) Geração de relatórios formatados graficamente, em versão interna (visualização dentro do programa), em formato HTML (para Internet) ou RTF (para leitura no Microsoft Word®);
- k) Geração de pranchas de formato configurável distribuindo os detalhamentos.

3 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho adota uma abordagem quantitativa, utilizando o software AltoQi Eberick para a análise das vedações verticais. A abordagem compara variáveis mensuráveis relacionadas a cargas estruturais e custos associados. Com relação à classificação dos objetivos da pesquisa, este trabalho é de natureza descritiva, focando em um estudo de caso específico fundamentado em referências bibliográficas. O principal objetivo é descrever e analisar as diferentes variáveis propostas no problema.

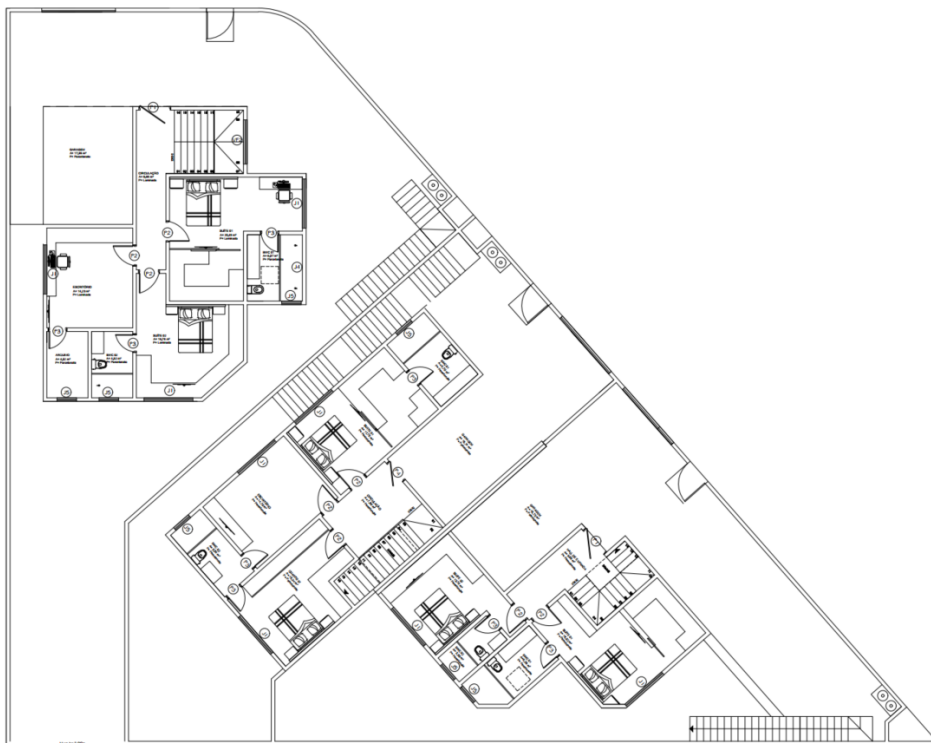
O estudo é desenvolvido em etapas que incluem a coleta de dados, modelagem estrutural, análise comparativa e avaliação econômica. A seguir, são detalhadas as etapas da metodologia:

3.1 Definição do Objeto de Estudo

Inicialmente, uma arquitetura foi escolhida pela autora, sendo a quantidade de vedações verticais interna um fator relevante para o dimensionamento estrutural. O objeto de estudo é um conjunto residencial composto por três residências unifamiliares geminadas, projetada em concreto armado, com dois pavimentos cada uma (térreo e subsolo), totalizando 449,75m².

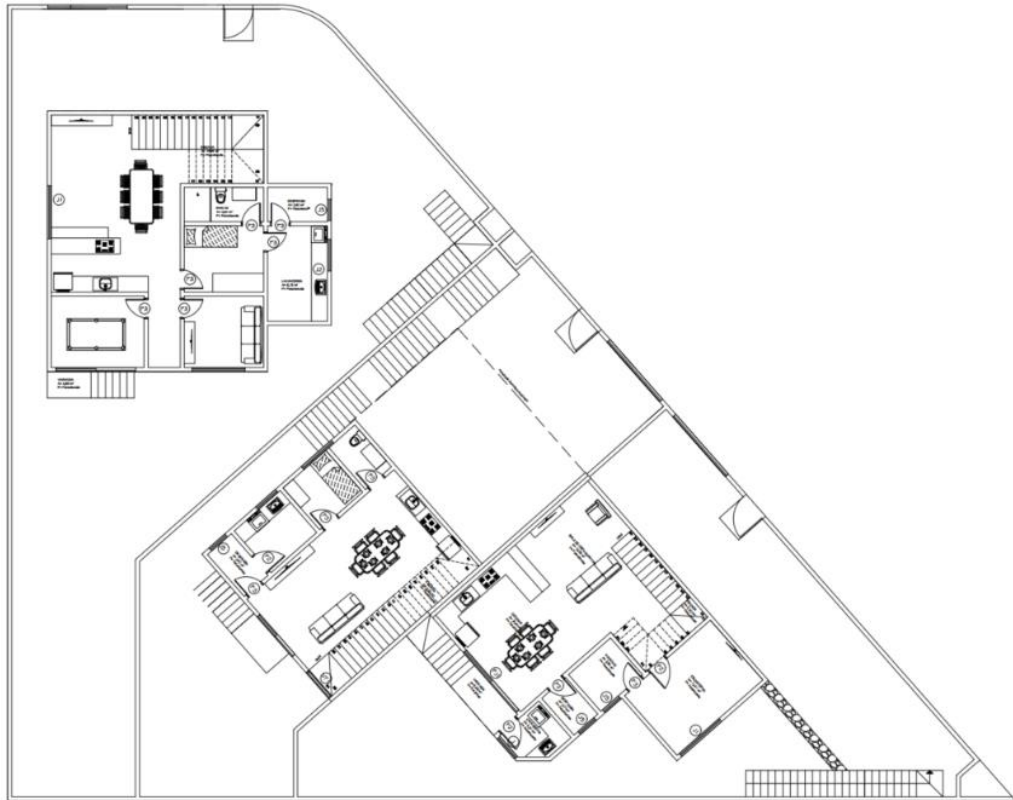
As unidades possuem 2 dormitórios com suíte, sala de estar/tv, cozinha, escritório, sala de jogos e lavanderia. Na Figura 18 e Figura 19, estão representadas a planta baixa do pavimento térreo e subsolo, respectivamente, bem como os Apêndices 01 e 02. Já a Figura 20, representa um dos cortes do projeto arquitetônico.

Figura 18 - Planta baixa do pavimento térreo



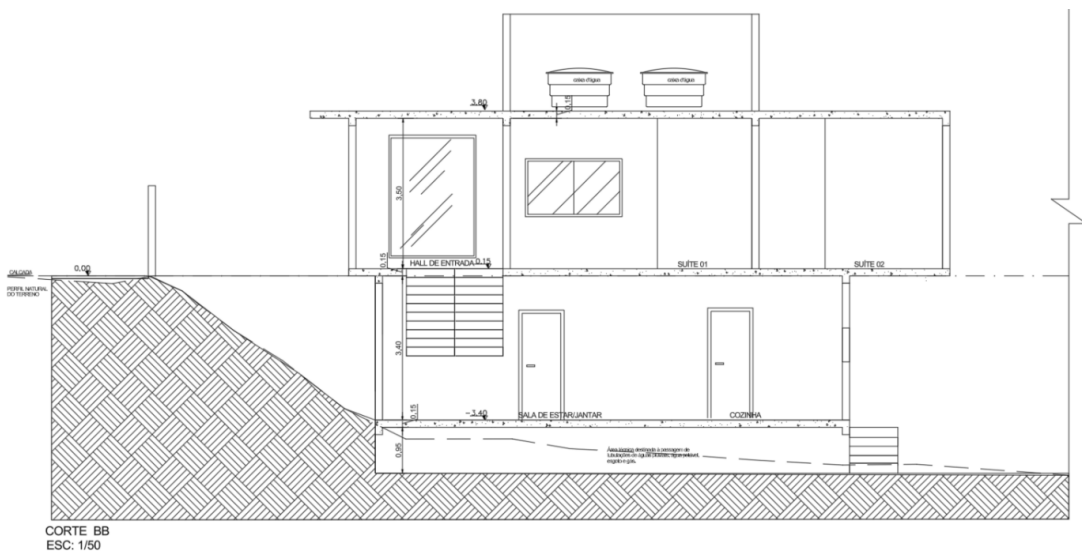
Fonte: Autora (2024)

Figura 19 - Planta baixa do pavimento subsolo



Fonte: Autora (2024).

Figura 20 - Corte BB



Fonte: Autora (2024).

3.2 Desafios na etapa inicial de modelagem

A concepção estrutural inicial no software AltoQi Eberick exigiu uma etapa preparatória significativa para garantir a correta inserção dos dados e interpretação dos resultados. Como desafio inicial, destacou-se a necessidade de compreender a sequência lógica exigida pela plataforma, desde a definição dos níveis, lançamento dos elementos estruturais, carregamentos e critérios normativos, até a correta extração dos relatórios de dimensionamento. O aprendizado foi superado por meio de tutoriais técnicos e manuais disponibilizados pela empresa. Essa etapa foi fundamental para garantir a confiabilidade da análise comparativa entre os dois sistemas construtivos.

3.3 Pré-dimensionamento

O pré-dimensionamento dos elementos estruturais foi realizado com base em métodos amplamente utilizados na literatura técnica, atendendo aos critérios estabelecidos pela NBR 6118:2023. Embora existam diferentes abordagens disponíveis para o pré-dimensionamento de lajes, vigas e pilares, optou-se pelos métodos propostos por Moura (2018) e Araújo (2009) devido à sua aplicabilidade ao tipo de edificação em estudo. A seguir, são descritos os métodos adotados para cada elemento estrutural.

3.3.1 Lajes

A escolha da laje treliçada com EPS foi baseada não apenas nos critérios de dimensionamento estrutural, mas também em aspectos construtivos e de execução. Este tipo de laje é amplamente adotado em obras residenciais de pequeno e médio porte no Brasil, devido à facilidade de montagem no canteiro, leveza das peças e compatibilidade com diferentes vãos e geometrias. Além disso, a adoção dessa solução contribui para a redução de cargas permanentes, sendo coerente com a proposta de avaliar impactos estruturais e econômicos decorrentes da substituição das vedações internas.

O dimensionamento inicial das lajes foi realizado segundo o método de Araújo (2009), que determina a altura mínima (h) a partir dos vãos das lajes, conforme Equação 1 e 2, sendo l_0 o menor vão entre l_x e $l_y = 0,7 * \text{maior vão}$:

$$h = \frac{l_0}{40} \quad (1)$$

Onde:

$$l_0 \leq \begin{cases} l_x \\ 0,7l_y \end{cases} \quad (2)$$

3.3.2 Vigas

Para vigas biapoiadas, a altura foi determinada pela Equação 3, enquanto para vigas contínuas internas, aplicou-se a Equação 4, sendo l_0 o maior vão da viga (ARAÚJO, 2009). Após o cálculo, os valores foram arredondados para o múltiplo de 10 cm mais próximo, a fim de simplificar o processo construtivo.

$$h = \frac{l_0}{10} \quad (3)$$

$$h = \frac{l_0}{12} \quad (4)$$

3.3.3 Pilares

O pré-dimensionamento dos pilares seguiu o método de Moura (2018), que considera a influência do tipo de pilar e dos coeficientes de majoração (α) na determinação das forças atuantes. Os coeficientes utilizados foram: $\alpha = 1,3$ para pilares internos ou de extremidade na direção da maior dimensão, $\alpha = 1,6$ para pilares de extremidade na direção da menor dimensão e $\alpha = 1,8$ para pilares de canto.

A carga atuante no pilar (N_k) foi calculada utilizando a Equação 5, onde A_i é a área de influência do pilar, e os coeficientes 0,3 e 0,7, representam as contribuições de cargas do pavimento térreo e da cobertura, respectivamente:

$$N_k = 12A_i(1 + 0,3 + 0,7) \quad (5)$$

Com base em N_k , determinou-se a força normal de cálculo (N_d), conforme Equação 6:

$$N_d = \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot \alpha \cdot N_k \quad (6)$$

Onde:

γ_f – Coeficiente de ponderação das ações (NBR 6118:2023);

γ_n – Coeficiente de majoração de acordo com a classificação dos pilares;

α – Coeficiente de majoração da força normal.

Por fim, a área da seção transversal dos pilares (A_c) foi estimada considerando a resistência do concreto (f_{cd}), conforme Equação 7:

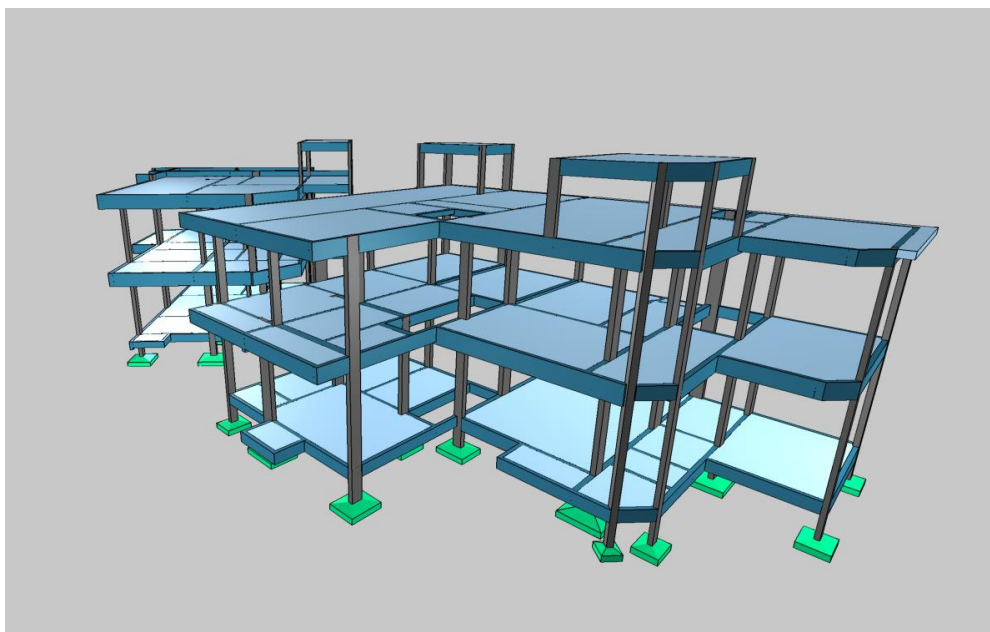
$$A_c = \frac{N_d}{(0,85 \cdot f_{cd} + 0,84)} \quad (7)$$

3.4 Modelagem da estrutura

Para a modelagem estrutural, foi utilizado o software computacional AltoQi Eberick 2024, que possibilita analisar os esforços e deslocamentos da estrutura, bem como dimensionar os elementos estruturais de acordo com as normas técnicas brasileiras, especialmente a NBR 6118:2023.

O processo de modelagem iniciou-se com o lançamento dos elementos estruturais pré-dimensionados, incluindo os pilares, vigas, lajes e fundações. Após o lançamento, é possível visualizar o modelo estrutural em 3D, conforme Figura 21.

Figura 21 - Modelo estrutural 3D da edificação



Fonte: Autora (2024).

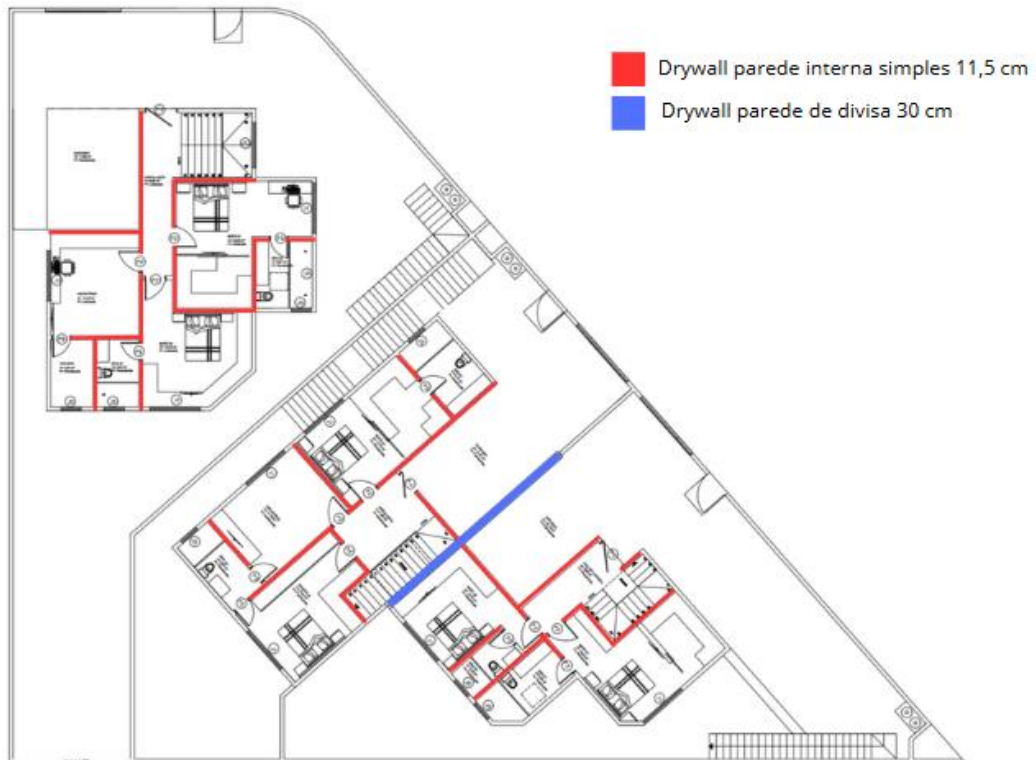
Em seguida, foram estabelecidos dois modelos distintos de cargas verticais na estrutura, conforme as seguintes configurações propostas:

- Modelo 01: vedação externa e interna em blocos cerâmicos;
- Modelo 02: vedação externa em bloco cerâmico e interna em drywall.

Para ilustrar as alterações propostas no Modelo 02, a Figura 22 e a

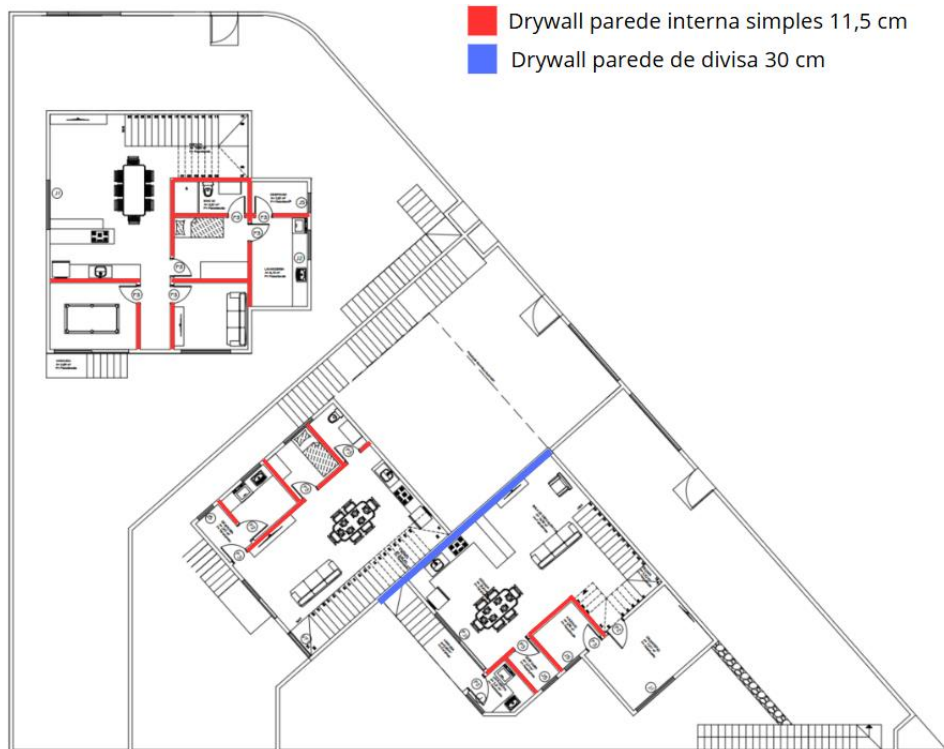
Figura 23, juntamente com o Apêndice 03 e Apêndice 04, destacam as paredes internas de alvenaria em blocos cerâmicos que foram substituídas por drywall em ambos os pavimentos, totalizando 467,65 m² de área de parede.

Figura 22 - Pavimento térreo com paredes internas identificadas



Fonte: Autora (2024)

Figura 23 - Pavimento subsolo com paredes internas identificadas



Fonte: Autora (2024)

A concepção estrutural da edificação, incluindo a quantidade de pilares, vigas e suas respectivas seções, foi mantida nos dois modelos comparativos. Essa decisão visou isolar o impacto da substituição das paredes internas no comportamento estrutural, permitindo uma análise precisa dos efeitos causados exclusivamente pela alteração do sistema de vedação. Assim, todas as variáveis estruturais foram mantidas constantes, com exceção do peso próprio das vedações e das dimensões das sapatas, ajustadas conforme a redistribuição das cargas.

3.5 Características do projeto

Para a elaboração do projeto, é fundamental estabelecer as características e propriedades dos materiais, as quais incluem:

- Peso próprio do concreto: 2500 kgf/m³;
- Carga de revestimento: 120 kgf/m²;
- Carga acidental: 200 kgf/m²;
- Classe de agressividade ambiental: III - Forte;
- Cobrimentos conforme a Tabela 3 da NBR 6118:2023;
- Classe de concreto: C30 ($f_{ck} = 30$ Mpa);
- Categoria do aço: CA50 ($f_{yk} = 500$ MPa);
- Altura do pavimento subsolo: 3,65 metros;
- Altura do pavimento térreo: 3,40 metros;
- Altura do pavimento dos reservatórios: 2,00 metros;
- Velocidade básica do vento: 28 m/s;
- Peso do solo: 1600 kgf/m³.

Para o dimensionamento das fundações, foi adotado um valor hipotético de 150 kPa (1,5 kgf/cm²) como capacidade de carga admissível do solo, valor comumente utilizado em análises preliminares de edificações residenciais unifamiliares. Esse valor é compatível com solos de resistência média, como argilas firmes ou areias compactas, e está em conformidade com parâmetros de projeto utilizados na ausência de sondagens geotécnicas específicas.

3.6 Carregamento das vedações

3.6.1 Alvenaria em blocos cerâmicos

De acordo com a Tabela 2 da NBR 6120:2019, apresentada na Figura 24, os valores de peso específico da alvenaria variam conforme a espessura adotada. Assim, respeitando a proposta do projeto arquitetônico, foram consideradas as seguintes configurações para o Modelo 01:

- Paredes externas: blocos cerâmicos vazados com furo horizontal, de 14 cm de espessura nominal, acrescidos de 2 cm de revestimento por face, totalizando 18 cm de espessura final. O peso adotado para essas paredes foi de 1,9 kN/m² (194 kgf/m²), resultando em um peso específico de 1.077,78 kgf/m³.
- Paredes internas: blocos cerâmicos vazados com furo horizontal, de 11,5 cm de espessura nominal, acrescidos de 2 cm de revestimento por face, totalizando 15,5 cm de espessura final. O peso específico adotado para essas paredes foi de 1,7 kN/m² (173 kgf/m²), resultando em um peso específico de 1.116,13 kgf/m³.
- Paredes de divisa entre unidades: parede dupla de blocos cerâmicos vazados com furo horizontal, de 14 cm de espessura nominal, acrescidos de 1 cm de revestimento por face, totalizando 30 cm de espessura final. O peso de uma única parede foi adotado como 1,5 kN/m². Como se trata de uma parede dupla, esse valor foi multiplicado por dois, resultando em 3,0 kN/m² (305,86 kgf/m²). O peso específico final adotado foi de 1.019,53 kgf/m³.

Figura 24 - Tabela 2 da ABNT NBR 6118:2019 sobre alvenaria

Tabela 2 – Alvenarias

Alvenaria	Espessura nominal do elemento cm	Peso - Espessura de revestimento por face kN/m ²		
		0 cm	1 cm	2 cm
ALVENARIA ESTRUTURAL				
Bloco de concreto vazado (Classes A e B – ABNT NBR 6136)	14	2,0	2,3	2,7
	19	2,7	3,0	3,4
Bloco cerâmico vazado com paredes maciças (Furo vertical - ABNT NBR 15270-1)	14	2,0	2,3	2,7
	9	1,1	1,5	1,9
Bloco cerâmico vazado com paredes vazadas (Furo vertical - ABNT NBR 15270-1)	11,5	1,4	1,8	2,2
	14	1,7	2,1	2,5
	19	2,3	2,7	3,1
Tijolo cerâmico maciço (ABNT NBR 15270-1)	9	1,6	2,0	2,4
	11,5	2,1	2,5	2,9
	14	2,5	2,9	3,3
	19	3,4	3,8	4,2
Bloco sílico-calcário vazado (Classe E - ABNT NBR 14974-1)	9	1,1	1,5	1,9
	14	1,5	1,9	2,3
	19	1,9	2,3	2,7
Bloco sílico-calcário perfurado (Classes E, F e G - ABNT NBR 14974-1)	11,5	1,9	2,3	2,7
	14	2,1	2,5	2,9
	17,5	2,8	3,2	3,6
ALVENARIA DE VEDAÇÃO				
Bloco de concreto vazado (Classe C – ABNT NBR 6136)	6,5	1,0	1,4	1,8
	9	1,1	1,5	1,9
	11,5	1,3	1,7	2,1
	14	1,4	1,8	2,2
Bloco cerâmico vazado (Furo horizontal - ABNT NBR 15270-1)	19	1,8	2,2	2,6
	9	0,7	1,1	1,6
	11,5	0,9	1,3	1,7
	14	1,1	1,5	1,9
Bloco de concreto celular autoclavado (Classe C25 – ABNT NBR 13438)	19	1,4	1,8	2,3
	7,5	0,5	0,9	1,3
	10	0,6	1,0	1,4
	12,5	0,8	1,2	1,6
	15	0,9	1,3	1,7
Bloco de vidro (decorativo, sem resistência ao fogo)	17,5	1,1	1,5	1,9
	20	1,2	1,6	2,0
	8	0,8	–	–

Fonte: ABNT (2019).

3.6.2 Drywall

No Modelo 02, foram adotadas duas configurações distintas para as paredes de drywall:

- Paredes internas: compostas por duas chapas de drywall de 12,5 mm (uma de cada lado) e montantes metálicos 70mm, totalizando 11,5 cm de espessura final. O peso adotado para essas paredes foi de 0,21 kN/m² (21 kgf/m²), resultando em um peso específico de 182,61 kgf/m³.
- Paredes de divisa entre unidades: compostas por quatro chapas de drywall (duas de cada lado), montantes metálicos independentes e

preenchimento interno com lã de rocha ou vidro, totalizando 30 cm de espessura final. Para essas paredes, foi adotado o valor especificado na Tabela 3 da NBR 6120:2019, apresentada na Figura 25, com um peso de 0,5 kN/m² (51 kgf/m²), resultando em um peso específico de 170 kgf/m³.

Figura 25 - Tabela 3 da ABNT NBR 6120:2019 sobre divisórias

Material	Espessura nominal do elemento cm	Peso kN/m ²
Drywall (composição: montantes metálicos, quatro chapas com 12,5 mm de espessura cada e isolamento acústico com lã de rocha ou lã de vidro com 50 mm de espessura)	7 a 30	0,5
Divisórias retráteis (exceto divisórias com vidro)	7 a 12	0,6
Caixilhos, incluindo vidro simples (espessura 4 mm):		
— de alumínio,	—	0,2
— de ferro,	—	0,3
— que vão de piso a piso, com $h \leq 4,0$ m	—	0,5
Fachadas com pele de vidro, fachadas unitizadas	Validar conforme o caso	

Fonte: ABNT (2019). Destaque da Autora.

É possível observar que na Tabela 3 da NBR 6120:2019 é estabelecido os pesos específicos para paredes de drywall compostas por quatro chapas de 12,5 mm, montantes metálicos e isolamento acústico com lã de rocha ou lã de vidro de 50 mm de espessura. No entanto, a norma não apresenta valores para paredes de drywall com apenas duas chapas, utilizadas nas divisórias internas do Modelo 02. Dessa forma, o peso adotado de 0,21 kN/m² para essas vedações foi obtido com base na média das especificações de três fornecedores, sendo eles:

Tabela 8 - Pesos do drywall para paredes internas baseado no mercado

Fornecedores	Peso (kN/m ²)	Peso específico (kgf/m ³)
Gypsum	20	174
Knauf	22	191
Trevo Drywall	20	174
Média adotada	21	170

Fonte: Autora (2025)

Os valores mencionados na Tabela 8 foram obtidos a partir das tabelas técnicas disponibilizadas pelos fornecedores Gypsum (2024), Knauf (2014) e Trevo

Drywall (2013). As especificações completas dessas tabelas podem ser consultadas no tópico 2.3.3, onde são apresentadas as características dos componentes utilizados no sistema drywall.

3.7 Análise da estrutura

Após a execução dos procedimentos no software AltoQi Eberick, foi necessário corrigir os erros identificados no modelo processado, a fim de garantir que o projeto estrutural estivesse correto e refletisse adequadamente as condições reais. Dentre as opções disponíveis para corrigir os erros identificados, algumas das ações que podem ser adotadas incluem: o aumento das seções dos elementos estruturais, a alteração do tipo de vínculo (como engastado, semi-engastado ou rotulado), a redução do carregamento aplicado, o aumento da resistência do concreto, dentre outros.

A análise da estrutura foi realizada a partir da criação de um modelo de pórtico, sendo a estrutura formada por pilares e vigas admitidos como elementos lineares representados por seus eixos longitudinais. A modelagem das lajes de concreto do pavimento foi realizada pelo processo da analogia de grelha, onde as lajes são discretizadas em faixas substituídas por elementos estruturais de barras, obtendo-se assim uma grelha de barras planas interconectadas.

Para a análise da carga de vento, foram consideradas as forças perpendiculares a cada uma das fachadas da edificação, conforme os parâmetros estabelecidos pela NBR 6123:2023, que variam de acordo com a localização, relevo e tipo de terreno em que a edificação se encontra. Os fatores utilizados neste estudo foram:

- velocidade básica do vento (V_0): 28m/s;
- fator topográfico (S_1): 1,0;
- rugosidade do terreno (S_2): categoria III;
- fator estatístico (S_3): 1,0.

As demais configurações de vento consideradas para análise da estrutura podem ser vistas na Figura 26.

Figura 26 - Configurações de vento

Fonte: Autora (2025).

Além disso, na análise global da estrutura deve ser considerado um desaprumo dos elementos verticais, conforme indicado na Figura 27. Os coeficientes de ponderação utilizados para o cálculo foram: 1,20 para concreto, 1,40 para aço e 1,20 para alvenaria nas combinações normais desfavoráveis; 1,00 para todas as combinações favoráveis; 1,20 para as combinações excepcionais e 1,00 para as combinações excepcionais favoráveis.

Figura 27 - Configurações desaprumo

Combinações	Concreto	Aço	Alvenari
Normais (desfavorável)	1.20	1.40	1.20
Normais (favorável)	1.00	1.00	1.00
Excepcionais	1.20	1.20	1.20
Excepcionais (favorável)	1.00	1.00	1.00
Fundações	1.00		
Construção	0.00		
Incêndio	1.20		

Fonte: Autora (2025).

As combinações de ações utilizadas consideraram as cargas permanentes, cargas acidentais, ações de vento e efeitos de desaprumo, e podem ser observadas na Tabela 9 - Combinações de ações utilizadas:

Tabela 9 - Combinações de ações utilizadas

Combinações ELU
1.3G1+1.3G2
1.3G1+1.3G2+0.84V1+1.29D1
1.3G1+1.3G2+0.84V2+1.29D2
1.3G1+1.3G2+0.84V3+1.29D3
1.3G1+1.3G2+0.84V4+1.29D4
1.3G1+1.3G2+0.98Q+0.84V1+1.29D1
1.3G1+1.3G2+0.98Q+0.84V2+1.29D2
1.3G1+1.3G2+0.98Q+0.84V3+1.29D3
1.3G1+1.3G2+0.98Q+0.84V4+1.29D4
1.3G1+1.3G2+0.98Q+1.4V1+0.78D1
1.3G1+1.3G2+0.98Q+1.4V2+0.78D2
1.3G1+1.3G2+0.98Q+1.4V3+0.78D3
1.3G1+1.3G2+0.98Q+1.4V4+0.78D4
1.3G1+1.3G2+1.2D1
1.3G1+1.3G2+1.2D2
1.3G1+1.3G2+1.2D3
1.3G1+1.3G2+1.2D4
1.3G1+1.3G2+1.4Q
1.3G1+1.3G2+1.4Q+0.84V1+0.78D1
1.3G1+1.3G2+1.4Q+0.84V2+0.78D2
1.3G1+1.3G2+1.4Q+0.84V3+0.78D3
1.3G1+1.3G2+1.4Q+0.84V4+0.78D4
1.3G1+1.3G2+1.4Q+1.2D1
1.3G1+1.3G2+1.4Q+1.2D2
1.3G1+1.3G2+1.4Q+1.2D3
1.3G1+1.3G2+1.4Q+1.2D4
1.3G1+1.3G2+1.4V1+0.78D1
1.3G1+1.3G2+1.4V2+0.78D2
1.3G1+1.3G2+1.4V3+0.78D3
1.3G1+1.3G2+1.4V4+0.78D4

Fonte: Autora (2025).

3.8 Composição de custos

A quantificação dos dados foi realizada a partir do levantamento dos materiais necessários para cada elemento estrutural de cada modelo, com o objetivo de avaliar o peso final da estrutura e identificar eventuais reduções significativas no uso de aço e concreto.

Após a verificação da segurança dos modelos estruturais, foram extraídos os quantitativos de materiais de cada modelo, os quais serviram como base para a composição de custos. Com as quantidades definidas, a avaliação foi conduzida com base nos valores fornecidos pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (tabela SINAPI).

A composição de custos dos projetos abrange os valores relacionados ao aço, concreto e formas para as estruturas de supra e infraestrutura (sapatas, pilares, vigas e lajes), bem como materiais e mão de obra associados aos sistemas de vedação (alvenaria em blocos cerâmicos e drywall).

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentados e analisados os resultados obtidos a partir da modelagem estrutural em dois cenários distintos, considerando as diferentes configurações de vedações internas. O Modelo 01 consiste em uma edificação com vedações internas e externas em alvenaria em blocos cerâmicos, enquanto o Modelo 02 mantém as vedações externas em alvenaria em blocos cerâmicos, mas substitui as vedações internas por drywall. Essa alteração tem como objetivo reduzir o peso próprio das vedações, resultando em mudanças na distribuição de cargas verticais e no dimensionamento dos elementos estruturais.

A análise dos resultados visa compreender o impacto dessa substituição, considerando a variação nos esforços internos, a redistribuição das cargas atuantes nas fundações e as implicações diretas nos custos associados à estrutura da edificação. O foco está na avaliação quantitativa das diferenças observadas entre os modelos, buscando evidenciar os benefícios e limitações do uso do drywall em substituição à alvenaria em blocos cerâmicos em edificações residenciais unifamiliares.

4.1 Análise de esforços internos

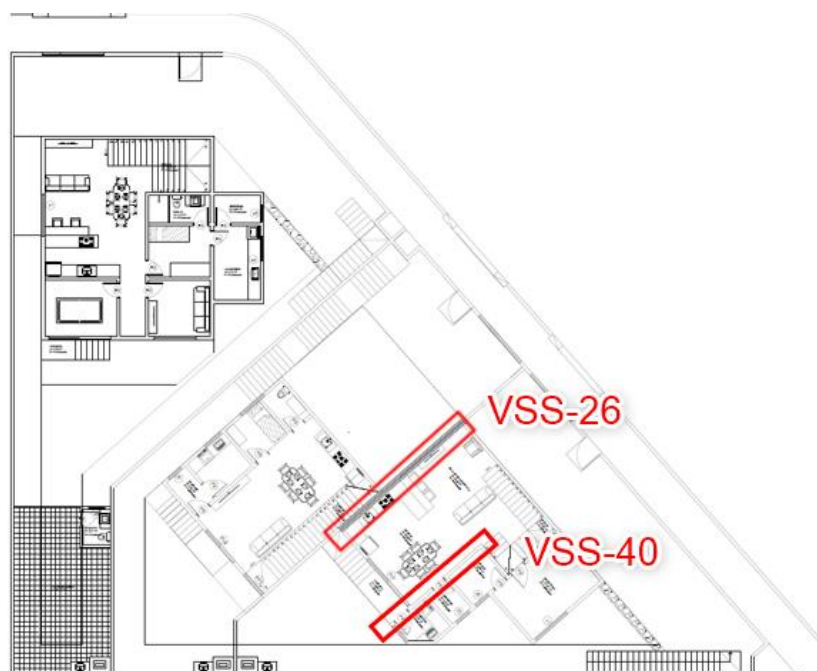
A análise estrutural concentrou-se nos diagramas de esforços internos das lajes e vigas, considerando os carregamentos, momentos fletores máximos (M_d) e esforços cortantes (V_d), permitindo verificar as alterações resultantes da substituição das vedações.

4.1.1 Vigas

A substituição das vedações internas por drywall resultou em reduções nos momentos fletores e esforços cortantes em vigas específicas, principalmente naquelas que recebem grande carga das paredes internas. Essa diminuição está diretamente associada à menor carga imposta pelo drywall, o que contribui para um alívio das solicitações estruturais e permite uma otimização no dimensionamento das armaduras em comparação ao modelo com alvenaria em blocos cerâmicos.

Para exemplificar, foram analisadas detalhadamente as vigas VSS-40 e VSS-26, localizadas no pavimento do subsolo, conforme indicado na Figura 28.

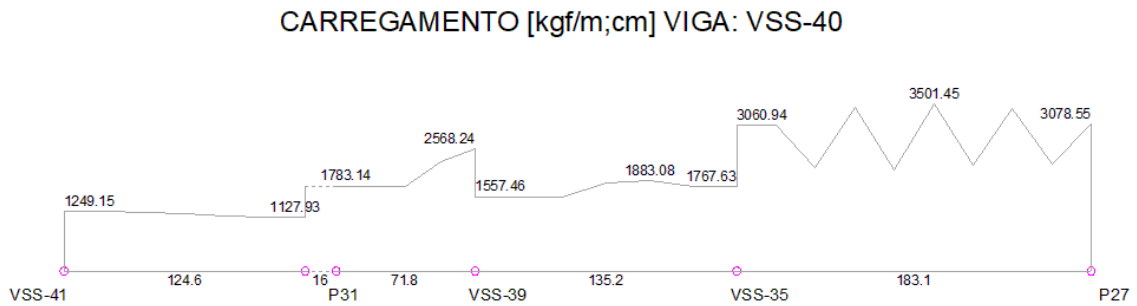
Figura 28 - Localização da viga VSS-40 e VSS-26 no subsolo



Fonte: Autora (2025).

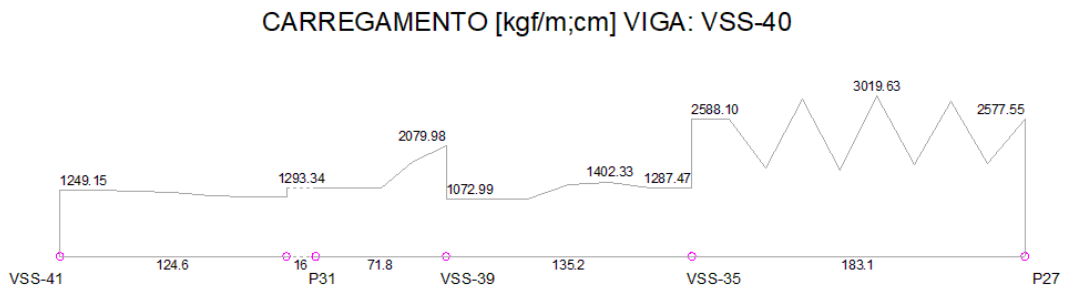
A viga VSS-40, que recebe paredes internas, apresentou no Modelo 01, o carregamento máximo atingiu 3501,45 kgf/m (Figura 29), enquanto no Modelo 02 houve uma redução para 3019,63 kgf/m (Figura 30). evidenciando uma diminuição de 481,82 kgf/m da carga devido à substituição das vedações internas.

Figura 29 - Diagrama de Carregamento da Viga VSS-40 – Modelo 01



Fonte: Autora (2025).

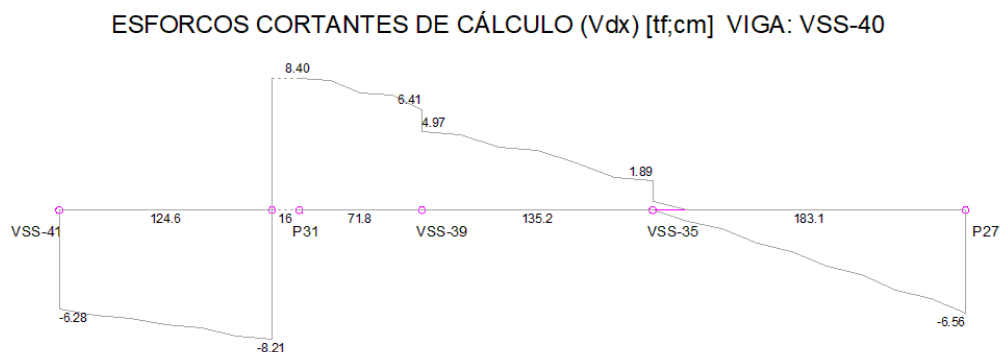
Figura 30 - Diagrama de Carregamento da Viga VSS-40 – Modelo 02



Fonte: Autora (2025).

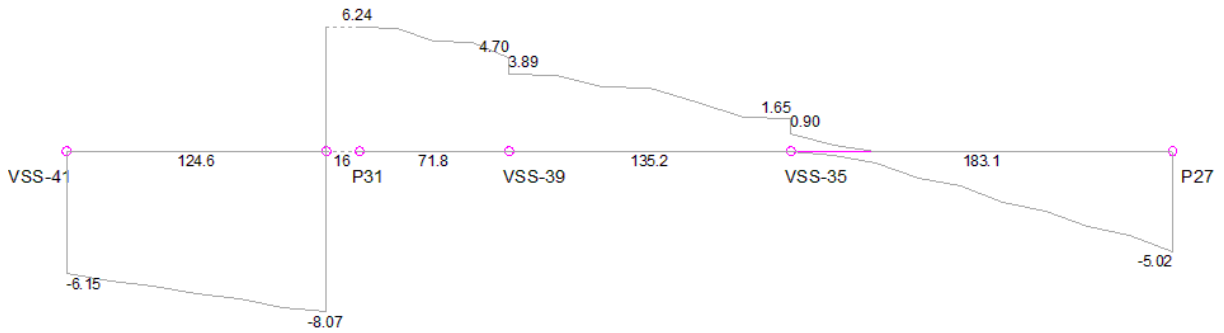
Quanto aos esforços cortantes (V_d), o Modelo 01 apresentou um valor máximo de 8,40 tf (Figura 31), reduzido para 6,24 tf no Modelo 02 (Figura 32).

Figura 31 - Diagrama de Esforços Cortantes da Viga VSS-40 – Modelo 01



Fonte: Autora (2025).

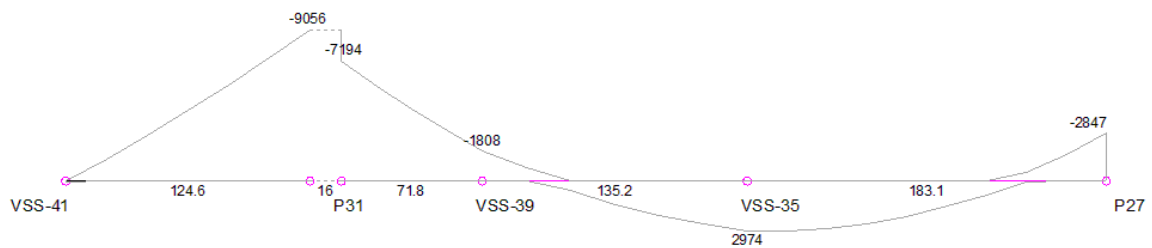
Figura 32 - Diagrama de Esforços Cortantes da Viga VSS-40 – Modelo 02
ESFORÇOS CORTANTES DE CÁLCULO (Vdx) [tf;cm] VIGA: VSS-40



Fonte: Autora (2025).

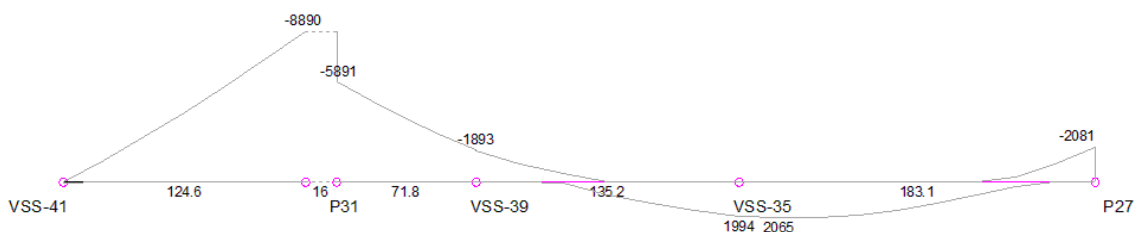
Já nos momentos fletores (M_d), observou-se uma redução do valor máximo de -9056 kgf.m no Modelo 01 (Figura 33) para -8890 kgf.m no Modelo 02 (Figura 34). Embora a redução dos momentos não seja tão expressiva quanto nos esforços cortantes, o impacto é relevante no dimensionamento das armaduras.

Figura 33 - Diagrama de Momentos Fletores da Viga VSS-40 – Modelo 01
MOMENTOS FLETORES DE CÁLCULO (M_{dx}) [kgf.m;cm] VIGA: VSS-40



Fonte: Autora (2025).

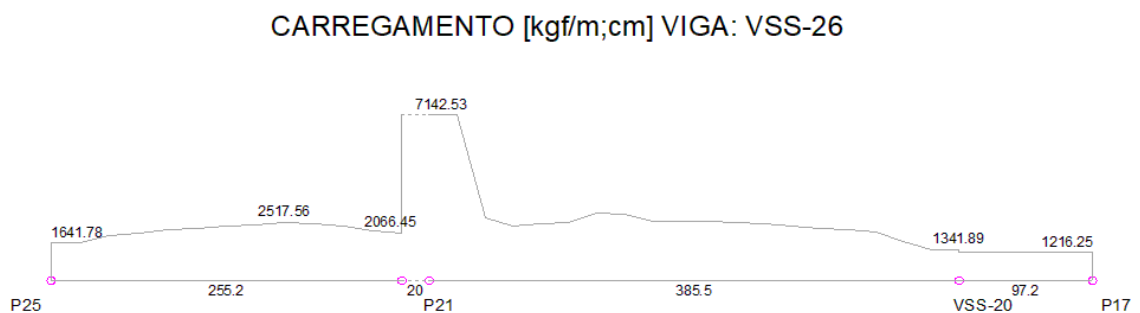
Figura 34 - Diagrama de Momentos Fletores da Viga VSS-40 – Modelo 02
MOMENTOS FLETORES DE CÁLCULO (M_{dx}) [kgf.m;cm] VIGA: VSS-40



Fonte: Autora (2025).

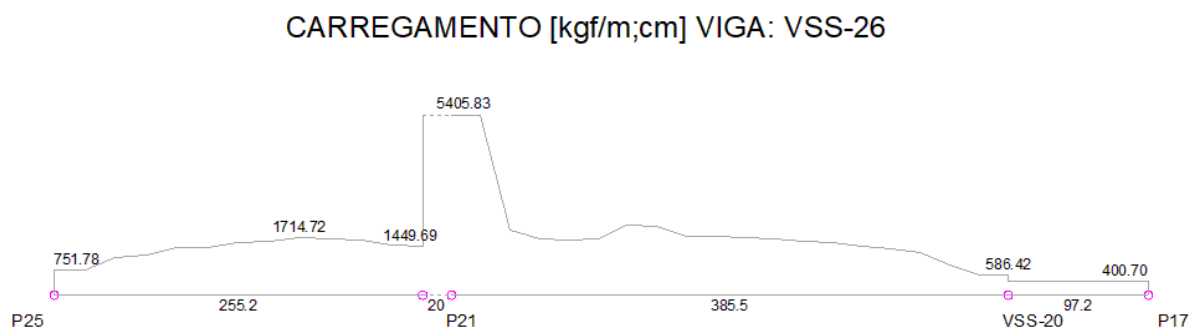
A viga VSS-26, responsável por receber a parede de divisa entre unidades, também foi analisada. O diagrama de carregamento para o Modelo 01 apresenta um valor máximo de 7142,53 kgf/m (Figura 35), enquanto no Modelo 02 houve uma redução significativa de 1736,7 kgf/m, sendo o valor máximo de 5405,83 kgf/m (Figura 36).

Figura 35 - Diagrama de Carregamento da Viga VSS-26 – Modelo 01



Fonte: Autora (2025).

Figura 36 - Diagrama de Carregamento da Viga VSS-26 – Modelo 02

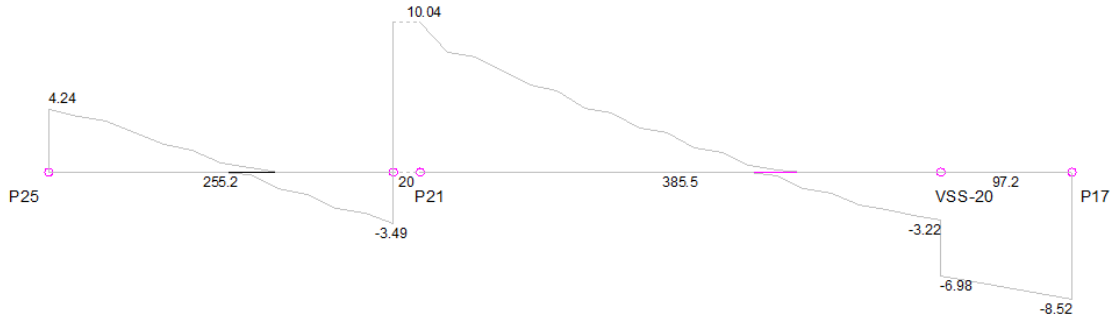


Fonte: Autora (2025).

Quanto aos esforços cortantes, o Modelo 01 apresentou um valor máximo de 10,04 tf (Figura 37), enquanto no Modelo 02 houve uma redução para 7,25 tf (Figura 38).

Figura 37 - Diagrama de Esforços Cortantes da Viga VSS-26 – Modelo 01

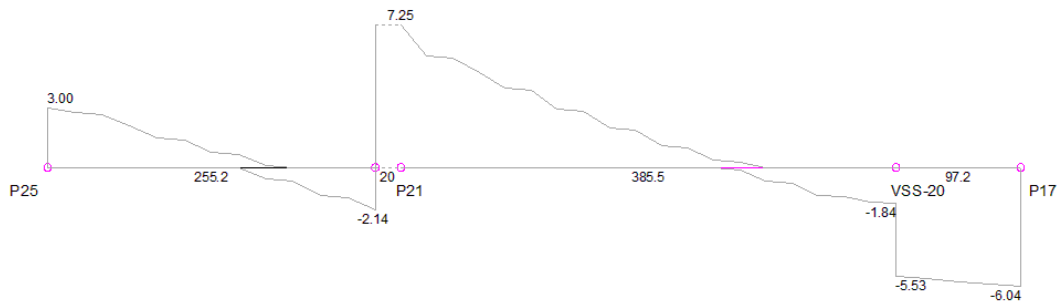
ESFORÇOS CORTANTES DE CÁLCULO (V_{dx}) [tf;cm] VIGA: VSS-26



Fonte: Autora (2025).

Figura 38 - Diagrama de Esforços Cortantes da Viga VSS-26 – Modelo 02

ESFORÇOS CORTANTES DE CÁLCULO (V_{dx}) [tf;cm] VIGA: VSS-26

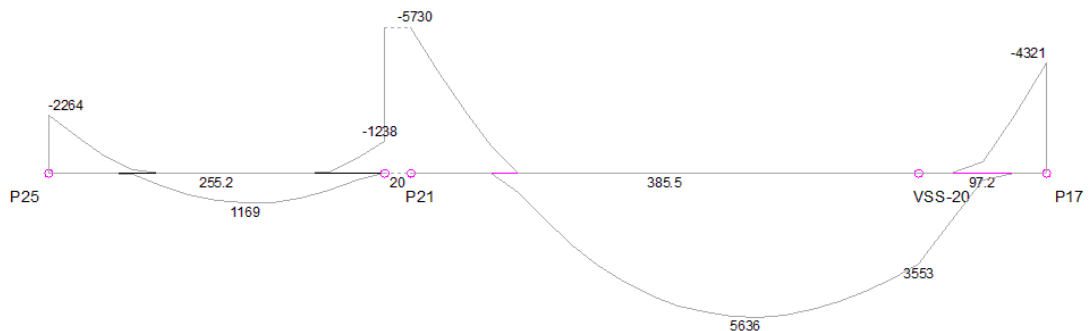


Fonte: Autora (2025).

Nos momentos fletores, o valor máximo no Modelo 01 foi de -5730 kgf.m (Figura 39), reduzido para -4187 kgf.m no Modelo 02 (Figura 32), representando uma redução de 1543 kgf.m nas solicitações.

Figura 39 - Diagrama de Momentos Fletores da Viga VSS-26 – Modelo 01

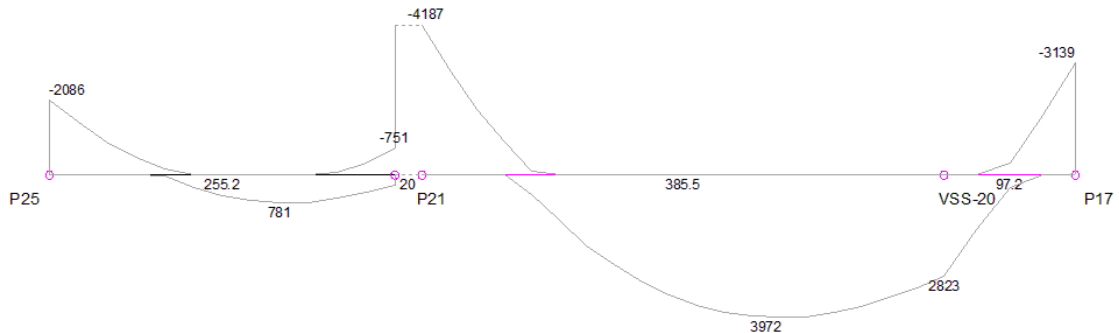
MOMENTOS FLETORES DE CÁLCULO (M_{dx}) [kgf.m;cm] VIGA: VSS-26



Fonte: Autora (2025).

Figura 40 - Diagrama de Momentos Fletores da Viga VSS-26 – Modelo 02

MOMENTOS FLETORES DE CÁLCULO (Mdx) [kgf.m;cm] VIGA: VSS-26



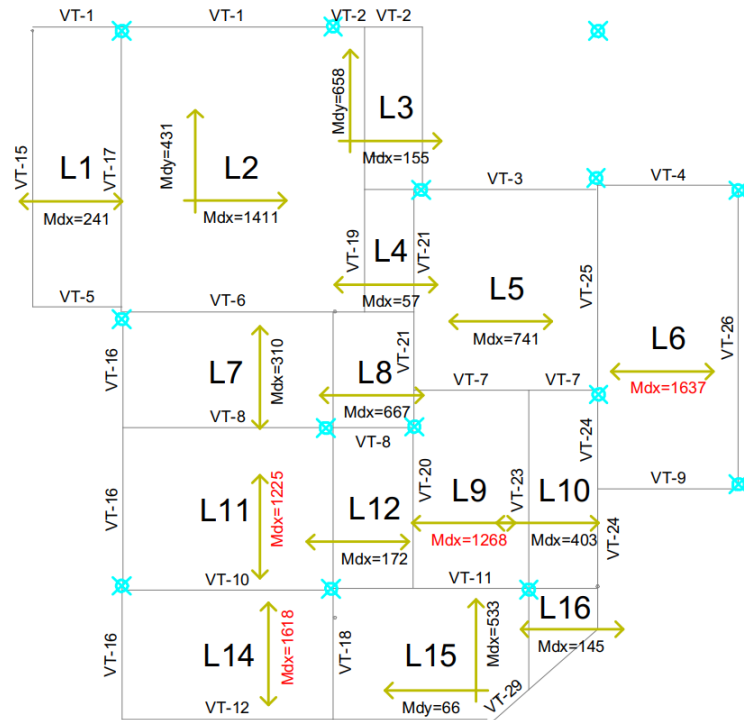
Fonte: Autora (2025).

4.1.2 Lajes

Realizou-se uma avaliação global das lajes do térreo, considerando que, devido à presença de um maior número de paredes apoiadas diretamente sobre elas, essas lajes tendem a sofrer um impacto mais significativo na distribuição de cargas. Esse fator contribui para variações mais expressivas nos esforços estruturais quando há alterações no sistema de vedações. Por essa razão, a análise concentrou-se especificamente nas lajes deste pavimento.

Para compreender o comportamento estrutural das lajes nos dois modelos analisados, foram gerados os gráficos dos momentos máximos onde as lajes L6, L9, L11 e L14 destacam-se, conforme Figura 41 e Figura 42.

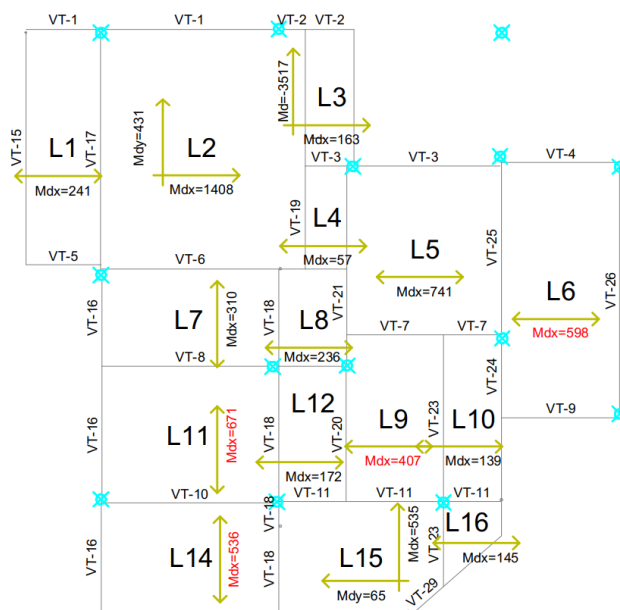
Figura 41 - Exemplo 1 dos Momentos fletores - Modelo 01



Fonte: Autora (2025).

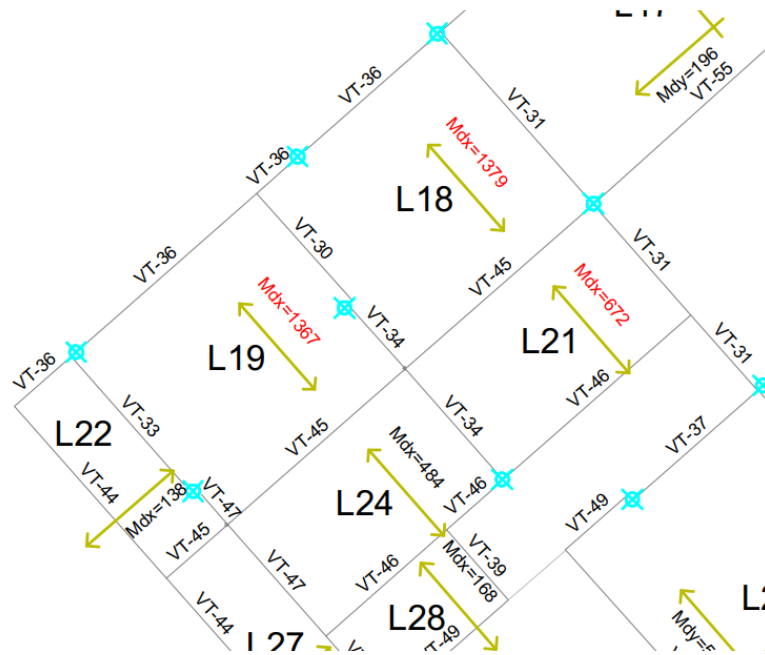
Na Figura 41, observa-se o diagrama dos momentos do Modelo 01. As lajes L6, L9, L11 e L14 mostram os maiores valores de momento fletor, com o pico registrado em L6, que apresenta um momento de 1637 kgf.m/m.

Figura 42 – Exemplo 1 dos Momentos fletores - Modelo 02



Fonte: Autora (2025).

Figura 44 - Exemplo 2 dos Momentos fletores - Modelo 02



Fonte: Autora (2025).

Esses resultados reforçam a influência direta da substituição das paredes internas na redistribuição das cargas e na consequente diminuição dos momentos nas lajes, especialmente nas regiões com maior concentração de paredes.

4.2 Cargas nas fundações

As cargas atuantes nas fundações foram extraídas diretamente do software, considerando os esforços transmitidos pelos pilares nos dois modelos estruturais e são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Comparativo de Cargas totais (tf) nas sapatas

Sapata	Carga total (tf)		Redução
	Modelo 01	Modelo 02	
S1	23,22	23,16	0,26%
S2	23,7	23,68	0,08%
S3	14,15	14,11	0,28%
S4	43,34	40,4	6,78%
S5	22,74	19,72	13,28%
S6	15,76	15,08	4,31%

S7	36,99	36,57	1,14%
S8	26,51	22,3	15,88%
S9	17,39	14,0	19,49%
S10	24	18,94	21,08%
S11	16,5	16,1	2,42%
S12	27,44	25,67	6,45%
S13	31,84	27,69	13,03%
S14	33,22	31,78	4,33%
S15	17,58	16,81	4,38%
S16	17,98	16,41	8,73%
S17	31,71	28,01	11,67%
S18	37,32	35,26	5,52%
S19	21,44	17,63	17,77%
S20	18,88	17,69	6,30%
S21	44,12	37,8	14,32%
S22	22,04	21,99	0,23%
S23	31,29	28,34	9,43%
S24	18,94	16,77	11,46%
S25	26,09	23,14	11,31%
S26	13,63	12,31	9,68%
S27	33,81	29,95	11,42%
S28	24,15	20,7	14,29%
S29	15,14	15,13	0,07%
S30	25,56	24,92	2,50%
S31	45,73	41,7	8,81%
S32	5,65	5,63	0,35%
S33	13,03	12,15	6,75%
S34	15,84	15,82	0,13%
S37	15,35	14,84	3,32%
S40	21,77	21,43	1,56%
Total	873,85	803,63	8,04%

Fonte: Autora (2024)

A análise das cargas atuantes nas fundações evidenciou uma redução global de aproximadamente 8,04% na carga total transmitida às sapatas no Modelo 02. Essa redução está diretamente associada à diferença no peso específico dos

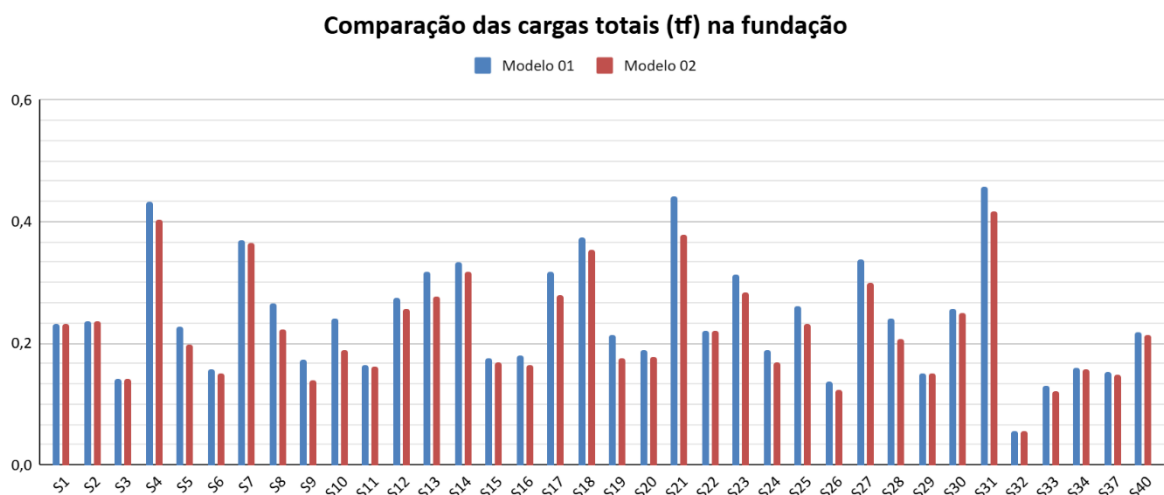
materiais, sendo o drywall significativamente mais leve que a alvenaria em blocos cerâmicos.

As maiores reduções percentuais foram observadas nas sapatas S10 (21,08%), S19 (17,77%) e S9 (19,49%). Esses resultados indicam que os pilares vinculados a essas sapatas suportavam cargas significativas provenientes das vedações internas no Modelo 01. A redução de peso nas vedações internas refletiu diretamente em menores esforços transmitidos às fundações.

Por outro lado, sapatas como S29 (0,07%), S2 (0,08%) e S34 (0,13%), apresentaram as menores reduções. Esses resultados sugerem que as cargas transmitidas para essas sapatas estão mais associadas a outros elementos estruturais, como lajes e vigas, e que as vedações internas possuem menor influência nesse caso.

De maneira geral, observa-se uma tendência de maiores reduções em sapatas com maiores cargas iniciais no Modelo 01, o que reforça o impacto positivo da substituição das vedações internas por drywall. Para ilustrar as diferenças entre os modelos, a Figura 45 apresenta a comparação direta das cargas atuantes em cada sapata.

Figura 45 - Gráfico comparando as cargas totais na fundação de cada modelo



Fonte: Autora (2024)

Além da redução das cargas totais atuantes nas fundações, a substituição das vedações internas resultou em diminuições nas dimensões e áreas das sapatas. Essas reduções foram avaliadas com base nos valores fornecidos nas pranchas de locação geradas pelo software, e os dados comparativos são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Dimensões (cm) das sapatas para cada modelo

Sapata	Modelo 01			Modelo 02			Redução de área
	b (cm)	H (cm)	Área (m ²)	b (cm)	H (cm)	Área (m ²)	
S1	120	130	1,56	120	130	1,56	0,00%
S2	110	140	1,54	110	140	1,54	0,00%
S3	90	105	0,95	90	105	0,95	0,00%
S4	165	175	2,89	155	170	2,64	8,74%
S5	115	135	1,55	105	125	1,31	15,46%
S6	95	110	1,05	90	110	0,99	5,26%
S7	140	175	2,45	140	170	2,38	2,86%
S8	115	150	1,73	105	140	1,47	14,78%
S9	95	120	1,14	85	110	0,94	17,98%
S10	120	130	1,56	105	120	1,26	19,23%
S11	95	115	1,09	95	110	1,05	4,35%
S12	130	140	1,82	125	135	1,69	7,28%
S13	140	150	2,10	130	140	1,82	13,33%
S14	140	155	2,17	140	150	2,10	3,23%
S15	100	115	1,15	95	115	1,09	5,00%
S16	90	130	1,17	85	125	1,06	9,19%
S17	135	155	2,09	125	150	1,88	10,39%
S18	150	165	2,48	145	160	2,32	6,26%
S19	110	135	1,49	95	120	1,14	23,23%
S20	105	120	1,26	100	115	1,15	8,73%
S21	155	190	2,95	145	170	2,47	16,30%
S22	110	130	1,43	110	130	1,43	0,00%
S23	125	165	2,06	120	155	1,86	9,82%
S24	105	120	1,26	95	115	1,09	13,29%
S25	125	140	1,75	120	135	1,62	7,43%
S26	85	105	0,89	80	100	0,80	10,36%
S27	130	170	2,21	120	165	1,98	10,41%
S28	115	140	1,61	105	130	1,37	15,22%

S29	95	105	1,00	95	105	1,00	0,00%	
S30	120	140	1,68	120	135	1,62	3,57%	
S31	165	185	3,05	155	180	2,79	8,60%	
S32	65	65	0,42	65	65	0,42	0,00%	
S33	85	100	0,85	80	100	0,80	5,88%	
S34	95	110	1,05	95	110	1,05	0,00%	
S37	90	120	1,08	85	120	1,02	5,56%	
S40	110	135	1,49	110	135	1,49	0,00%	
			57,99				53,11	8,41%

Fonte: Autora (2024)

As maiores reduções de área ocorreram nas sapatas apresentadas a seguir. Essas sapatas estão associadas a pilares que, no Modelo 01, suportavam cargas elevadas devido ao peso específico maior das vedações internas em alvenaria em blocos cerâmicos.

- S19: De 110x135 para 95x120, redução de 23,23%.
- S10: De 120x130 para 105x120, redução de 19,23%.
- S9: De 95x120 para 85x110, redução de 17,98%.
- S21: De 155x190 para 145x170, redução de 16,30%.
- S5: De 115x135 para 105x125, redução de 15,46%.

Além das reduções específicas mencionadas, foi possível observar uma diminuição na área total das sapatas. O modelo 1 apresentou uma área total de 57,99 m², enquanto o modelo 2, que considerou a substituição das paredes internas por drywall, resultou em uma área total de 53,11 m². Essa diferença representa uma redução global de 8,41% na área total das sapatas.

4.3 Quantitativo de materiais

Nesta seção, é apresentada a avaliação do quantitativo de materiais utilizados nos Modelos 01 e 02, com o objetivo de identificar o impacto da substituição

da alvenaria em blocos cerâmicos por drywall. A análise considera a variação de concreto, aço e área de forma. É importante destacar que a geometria estrutural foi preservada em ambos os modelos, ou seja, não houve alterações nas dimensões dos elementos estruturais, com exceção das fundações, que tiveram suas seções reduzidas em função da diminuição das cargas verticais transmitidas pela estrutura.

Tabela 12 - Resumo de Materiais por Pavimento (Modelos 01)

RESUMO DE MATERIAIS - MODELO 1			
Pavimento	Aço (kg)	Concreto (m ³)	Área de forma (m ²)
Reservatório	255,70	5,19	53,66
Cobertura	2.091,50	44,51	314,75
Térreo	2.482,90	48,37	379,52
Subsolo	1.735,50	41,52	225,82
Total	6.565,60	139,59	973,75

Fonte: Autora (2024)

Tabela 13 - Tabela 10 - Resumo de Materiais por Pavimento (Modelos 02)

RESUMO DE MATERIAIS - MODELO 2			
Pavimento	Aço (kg)	Concreto (m ³)	Área de forma (m ²)
Reservatório	255,60	5,19	53,66
Cobertura	2.091,40	44,51	314,75
Térreo	2.380,60	48,36	379,50
Subsolo	1.652,80	40,03	224,38
Total	6.380,40	138,09	972,29

Fonte: Autora (2024)

O resumo dos materiais por pavimento, apresentado na Tabela 12 e Tabela 13, evidencia uma redução no consumo de aço, concreto e área de forma no Modelo 02. O impacto mais expressivo foi observado no pavimento do térreo e no subsolo, que concentram as variações devido à presença significativa de vedações internas.

Já na cobertura e no reservatório, os valores permaneceram praticamente inalterados, pois a carga das vedações internas tem menor influência nesses pavimentos.

No comparativo geral apresentado pela Tabela 14, é possível observar um resumo de ambos os modelos:

Tabela 14 - Resumo geral do quantitativo de materiais

RESUMO GERAL			
Modelo	Aço (kg)	Volume de concreto (m ³)	Área de forma (m ²)
Modelo 01	6.565,60	139,59	973,75
Modelo 02	6.380,40	138,09	972,29
Redução	185,20 (2,82%)	1,50 (1,07%)	1,46 (0,15%)

Fonte: Autora (2024)

A análise quantitativa indica que a substituição das vedações internas resultou em uma redução total de 185,20 kg de aço, 1,5 m³ de concreto e 1,46 m² de formas. Apesar da redução global moderada, resultados semelhantes foram observados no estudo de Monteiro (2021), que analisou a substituição de vedações em uma residência unifamiliar e identificou reduções proporcionais no consumo de materiais, especialmente em elementos de fundação. Em seu estudo, observou-se a redução total de 248kg de aço, 4,18 m³ de concreto e 9,23 m² de formas.

A análise segmentada por elementos estruturais, detalhada na Tabela 15, destaca que a maior redução de aço ocorreu nas fundações, com 9,41%, seguida pelos pilares (0,56%) e vigas (3,18%). Para o volume de concreto e área de forma, as reduções concentraram-se exclusivamente nas fundações, com diminuições de 9,44% e 4,47%, respectivamente. Esse comportamento reflete a preservação da geometria estrutural nos demais elementos, sendo as fundações os únicos componentes que tiveram suas seções ajustadas em função da redução das cargas verticais.

Tabela 15 - Resumo Geral de aço, concreto e forma por elemento

RESUMO GERAL - AÇO (kg)				
Modelo	Vigas	Lajes	Pilares	Fundações
Modelo 01	3.861,00	686,00	1.566,90	451,70
Modelo 02	3.738,40	674,60	1.558,20	409,20
Redução	3,18%	1,66%	0,56%	9,41%
RESUMO GERAL - VOLUME DE CONCRETO (m³)				
Modelo	Vigas	Lajes	Pilares	Fundações
Modelo 01	47,75	56,04	19,91	15,89
Modelo 02	47,75	56,04	19,91	14,39
Redução	0,00%	0,00%	0,00%	9,44%
RESUMO GERAL - ÁREA DE FORMA (m²)				
Modelo	Vigas	Lajes	Pilares	Fundações
Modelo 01	559,67	35,59	342,33	36,16
Modelo 02	559,67	35,59	342,33	34,70
Redução	0,00%	0,00%	0,00%	4,04%

Fonte: Autora (2024)

Esses resultados confirmam a hipótese inicial do estudo: a substituição da alvenaria em blocos cerâmicos por drywall contribui para uma redução significativa nas cargas estruturais e, potencialmente, na eficiência estrutural, sendo o impacto nos custos detalhado na próxima seção.

4.4 Composição de Custos

A análise de custos é um fator determinante na escolha do sistema de vedação vertical e no impacto estrutural da edificação. Para avaliar a viabilidade econômica da substituição das vedações internas de alvenaria em blocos cerâmicos por drywall, foi realizada uma composição dos custos de materiais e mão de obra, utilizando como referência os valores da Tabela SINAPI (Sistema Nacional de

Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), com base nos dados não desonerados de dezembro de 2024 para a Região de Santa Catarina. Importante ressaltar que o orçamento foi elaborado sem a inclusão do BDI (Bonificação e Despesas Indiretas), focando exclusivamente nos custos diretos de materiais e mão de obra. A composição de custos foi estruturada considerando dois aspectos principais:

1. Custos das vedações internas: Comparação entre o custo da alvenaria em blocos cerâmicos e do drywall, incluindo materiais e mão de obra;
2. Custos da estrutura: Análise do impacto da substituição das vedações no custo dos elementos estruturais (sapatas, lajes, pilares e vigas), considerando o consumo de concreto, aço e formas.

4.4.1 Custos da Estrutura

A seguir, é apresentada na Tabela 16 a composição de custos da estrutura e fundações para o Modelo 01:

Tabela 16 - Orçamento Sintético das Fundações e Estrutura - Modelo 01

1	Código	FUNDAÇÕES	Und.	Quant.	Valor Unit	33.837,77
1.1	96523	Escavação manual para bloco de coroamento ou sapata (incluindo escavação para colocação de fôrmas). Af_01/2024	m ³	15,89	105,14	1.670,67
1.2	96619	Lastro de concreto magro, aplicado em blocos de coroamento ou sapatas, espessura de 5 cm. Af_01/2024	m ²	58,86	44,10	2.595,73
1.3	96529	Fabricação, montagem e desmontagem de fôrma para sapata, em madeira serrada, e=25 mm, 1 utilização. Af_01/2024	m ²	36,16	269,88	9.758,86
1.4	104919	Armação de sapata isolada, viga baldrame e sapata corrida utilizando aço CA-50 de 10 mm - montagem. Af_01/2024	KG	79,6	13,64	1.085,74
1.5	104918	Armação de sapata isolada, viga baldrame e sapata corrida utilizando aço CA-50 de 8 mm - montagem. Af_01/2024	KG	372,2	15,36	5.716,99
1.6	96558	Concretagem de sapata, fck 30 mpa, com uso de bomba - lançamento, adensamento e acabamento. Af_01/2024	m ³	15,89	818,74	13.009,78

2	Código	ESTRUTURA	Und.	Quant.	Valor Unit	617.774,66
2.1	92415	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares e estruturas similares, pé-direito simples, em chapa de madeira compensada resinada, 2 utilizações. Af_09/2020	m²	342,33	163,52	55.977,80
2.2	92263	Fabricação de fôrma para pilares e estruturas similares, em chapa de madeira compensada resinada, e = 17 mm. Af_09/2020	m²	342,33	174,77	59.829,01
2.3	92265	Fabricação de fôrma para vigas, em chapa de madeira compensada resinada, e = 17 mm. Af_09/2020	m²	559,67	129,95	72.729,12
2.4	92451	Montagem e desmontagem de fôrma de viga, escoramento com garfo de madeira, pé-direito simples, em chapa de madeira resinada, 2 utilizações. Af_09/2020	m²	559,67	211,89	118.588,48
2.5	101963	Laje pré-moldada unidirecional, biapoiada, para piso, enchimento em cerâmica, vigota convencional, altura total da laje (enchimento+capa) = (8+4). Af_11/2020_pa	m²	851,88	230,97	196.758,72
2.6	92759	Armação de pilar ou viga de estrutura convencional de concreto armado utilizando aço CA-50 de 5,0 mm - montagem. Af_06/2022	KG	1310,1	15,28	20.018,33
2.7	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	68,1	14,19	966,34
2.8	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	417,9	13,19	5.512,10
2.9	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	2315,9	11,70	27.096,03
2.10	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	1557,3	9,79	15.245,97

2.11	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	750	9,43	7.072,50
------	-------	--	----	-----	------	----------

Fonte: Autora (2024)

A Tabela 17 apresenta a composição de custos da estrutura e fundações para o Modelo 02:

Tabela 17 - Orçamento Sintético das Fundações e Estrutura - Modelo 02

1	Código	FUNDAÇÕES	Und.	Quant.	Valor Unit	31.573,94
1.1	96523	Escavação manual para bloco de coroamento ou sapata (incluindo escavação para colocação de fôrmas). Af_01/2024	m³	14,39	105,14	1.512,96
1.2	96619	Lastro de concreto magro, aplicado em blocos de coroamento ou sapatas, espessura de 5 cm. Af_01/2024	m²	53	44,10	2.337,30
1.3	96529	Fabricação, montagem e desmontagem de fôrma para sapata, em madeira serrada, e=25 mm, 1 utilização. Af_01/2024	m²	36,16	269,88	9.758,86
1.4	104918	Armação de sapata isolada, viga baldrame e sapata corrida utilizando aço CA-50 de 8 mm - montagem. Af_01/2024	KG	349,8	15,36	5.372,93
1.5	104919	Armação de sapata isolada, viga baldrame e sapata corrida utilizando aço CA-50 de 10 mm - montagem. Af_01/2024	KG	59,4	13,64	810,22
1.6	96558	Concretagem de sapata, fck 30 mpa, com uso de bomba - lançamento, adensamento e acabamento. Af_01/2024	m³	14,39	818,74	11.781,67
2	Código	ESTRUTURA	Und.	Quant.	Valor Unit	616.531,45
2.1	92415	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares e estruturas similares, pé-direito simples, em chapa de madeira compensada resinada, 2 utilizações. Af_09/2020	m²	342,33	163,52	55.977,80
2.2	92263	Fabricação de fôrma para pilares e estruturas similares, em chapa de madeira compensada resinada, e = 17 mm. Af_09/2020	m²	342,33	174,77	59.829,01
2.3	92265	Fabricação de fôrma para vigas, em chapa de madeira compensada resinada, e = 17 mm. Af_09/2020	m²	559,67	129,95	72.729,12

2.4	92451	Montagem e desmontagem de fôrma de viga, escoramento com garfo de madeira, pé-direito simples, em chapa de madeira resinada, 2 utilizações. Af_09/2020	m ²	559,67	211,89	118.588,48
2.5	101963	Laje pré-moldada unidirecional, biapoiada, para piso, enchimento em cerâmica, vigota convencional, altura total da laje (enchimento+capa) = (8+4). Af_11/2020_pa	m ²	851,88	230,97	196.758,72
2.6	92759	Armação de pilar ou viga de estrutura convencional de concreto armado utilizando aço CA-50 de 5,0 mm - montagem. Af_06/2022	KG	1310,1	15,28	20.018,33
2.7	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	67,9	14,19	963,50
2.8	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	413,1	13,19	5.448,79
2.9	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	2344,3	11,70	27.428,31
2.10	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	1503,4	9,79	14.718,29
2.11	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	645,9	9,43	6.090,84
2.12	94966	Concreto fck = 30mpa, traço 1:2,1:2,5 (em massa seca de cimento/ areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_05/2021	m ³	67,66	561,34	37.980,26

Fonte: Autora (2024)

4.4.2 Custos das Vedações Internas

A seguir, é apresentada na Tabela 18 a composição de custos das vedações para o Modelo 01 e na Tabela 19 para o Modelo 02. Esses orçamentos

detalham os custos de materiais e mão de obra, permitindo uma análise comparativa do impacto econômico entre os dois sistemas construtivos.

Tabela 18 - Orçamento Sintético das Vedações - Modelo 01

3	Código	VEDAÇÕES	Und.	Quant.	Valor Unit	166.320,60
3.1	103360	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 14x19x29 cm (espessura 14 cm) e argamassa de assentamento com preparo em betoneira. Af_12/2021	m ²	1022,86	92,05	94.154,26
3.2	103358	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 11,5x19x29 cm (espessura 11,5 cm) e argamassa de assentamento com preparo em betoneira. Af_12/2021	m ²	445,24	78,93	35.142,79
3.3	87286	Argamassa traço 1:1:6 (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	m ³	58,72	630,51	37.023,55

Fonte: Autora (2024)

Tabela 19 - Orçamento Sintético das Vedações - Modelo 02

3	Código	VEDAÇÕES	Und.	Quant.	Valor Unit	167.323,43
3.1	103360	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 14x19x29 cm (espessura 14 cm) e argamassa de assentamento com preparo em betoneira. Af_12/2021	m ²	977,472	92,05	89.976,30
3.2	87286	Argamassa traço 1:1:6 (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	m ³	17,81	630,51	11.229,38
3.3	96369	Parede com sistema em chapas de gesso para drywall, uso interno, com duas faces duplas e estrutura metálica com guias duplas para paredes com área líquida maior ou igual a 6 m ² , com vãos. Af_07/2023_ps	m ²	45,38	203,34	9.227,57
3.4	96359	Parede com sistema em chapas de gesso para drywall, uso interno, com duas faces simples e estrutura metálica com guias simples para paredes com área líquida maior ou	m ²	445,24	106,64	47.480,39

		igual a 6 m ² , com vãos. Af_07/2023_ps				
3.5	96372	Instalação de isolamento com lã de rocha em paredes drywall. Af_06/2017	m ²	22,41	33,66	754,32

Fonte: Autora (2024)

4.4.3 Comparação e Discussão dos Resultados

A análise dos custos da estrutura evidencia o impacto da substituição das vedações internas no dimensionamento dos elementos estruturais, com destaque para as fundações. Observa-se que o custo total das fundações para o Modelo 01 foi de R\$ 33.837,77, enquanto para o Modelo 02 foi de R\$ 31.573,94, representando uma redução de R\$ 2.263,83, equivalente a uma economia de aproximadamente 6,69%.

Apesar da redução observada, é importante destacar que os valores dos custos da estrutura para ambos os modelos permaneceram próximos, sendo R\$ 617.774,66 para o Modelo 01 e R\$ 616.531,45 para o Modelo 02. Isso se deve ao fato de que a estrutura manteve as seções dimensionais nos elementos verticais e horizontais, como pilares, vigas e lajes, uma vez que o impacto da substituição das vedações internas se concentrou principalmente nas cargas verticais transmitidas às fundações. Dessa forma, as economias mais significativas foram observadas nas fundações, que puderam ter suas seções otimizadas devido à redução das cargas permanentes.

Além dos custos da estrutura, foi realizada a análise dos custos das vedações. Conforme apresentado na Tabela 18, o custo total das vedações no Modelo 01 foi de R\$ 166.320,60, enquanto o custo das vedações no Modelo 02, representada na Tabela 19, totalizou R\$ 167.323,43. Essa diferença representa um acréscimo de R\$ 1.002,83, indicando um custo mais elevado para o drywall, o que já era esperado, conforme apontado por outros estudos na área. O sistema drywall, embora mais leve e eficiente em termos de carga estrutural, demanda materiais específicos, como perfis metálicos e chapas de gesso, além de uma mão de obra especializada, o que justifica o custo ligeiramente superior.

Considerando o custo total da edificação, que engloba tanto os custos da estrutura quanto das vedações, observa-se os valores na Tabela 20:

Tabela 20 - Comparação do Custo Total dos Modelos 01 e 02

MODELO	CUSTO TOTAL
Modelo 01	R\$ 817.933,03
Modelo 02	R\$ 815.428,82
Economia	R\$ 2.504,21

Fonte: Autora (2024)

Observa-se que o valor final para o Modelo 01 foi de R\$ 817.933,03, enquanto o custo total do Modelo 02 atingiu R\$ 815.428,82, o que corresponde a uma economia de R\$ 2.504,21 (0,31%). Essa redução foi possível, sobretudo, devido à otimização das fundações, que apresentaram seções menores, reduzindo o consumo de aço e concreto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o impacto estrutural e econômico da substituição das vedações internas de alvenaria em blocos cerâmicos por drywall em uma edificação unifamiliar. A partir da modelagem estrutural realizada no software AltoQi Eberick, foi possível analisar não apenas as variações de cargas e esforços nos elementos estruturais, mas também o impacto direto na composição de custos da obra.

O uso do AltoQi Eberick se mostrou fundamental para o desenvolvimento deste estudo, permitindo uma compreensão aprofundada do comportamento estrutural da edificação frente às alterações propostas. A experiência com o software proporcionou um aprendizado significativo, indo além do que foi explorado em sala de aula, especialmente na análise de esforços internos, distribuição de cargas e dimensionamento de elementos estruturais. A possibilidade de realizar simulações

com diferentes cenários construtivos contribuiu para uma visão mais crítica e analítica, enriquecendo o processo de tomada de decisão em projetos estruturais.

Os resultados obtidos evidenciaram que a substituição das vedações internas de alvenaria por drywall resultou em uma redução significativa das cargas transmitidas às fundações, permitindo otimizações nas suas dimensões e, conseqüentemente, uma economia de 6,69% nos custos associados a esses elementos. Além disso, verificou-se uma redução global nos esforços internos das vigas e lajes, com quedas que ultrapassaram 60% em diversos pontos, demonstrando o alívio estrutural promovido pelo sistema drywall.

Embora a diferença de custo entre os modelos analisados pareça mínima, com uma economia de apenas 0,31% no custo total, é fundamental outros fatores relevantes que tornam o drywall uma alternativa vantajosa. O sistema oferece benefícios que extrapolam os ganhos diretos de custo, como a maior agilidade na execução, a redução significativa de resíduos durante a obra, a facilidade na instalação, como os sistemas elétricos e hidráulicos, além do melhor aproveitamento da área útil dos ambientes. Esses atributos conferem ao drywall uma perspectiva de eficiência global, especialmente quando se considera o ciclo de vida da edificação e a necessidade crescente de práticas construtivas mais racionais e sustentáveis. Assim, a análise de custos deve ser complementada pela avaliação desses atributos, que podem representar ganhos expressivos de produtividade, eficiência e sustentabilidade.

Os resultados obtidos demonstraram que, mesmo em edificações unifamiliares de pequeno porte, a substituição das vedações internas por drywall proporcionou reduções significativas nas cargas estruturais e economia relevante nas fundações, ainda que a economia global tenha sido mais modesta. Essa constatação reforça o potencial do sistema drywall não apenas em grandes edifícios, mas também em projetos residenciais de menor escala, contribuindo para uma construção mais racional e eficiente.

Assim, conclui-se que a substituição das paredes internas de alvenaria por drywall se apresenta como uma solução eficiente e viável, tanto sob o ponto de vista estrutural quanto econômico, particularmente em edificações de pequeno porte.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Para aprofundar o conhecimento sobre o tema, recomenda-se o desenvolvimento de estudos que explorem os seguintes aspectos:

- **Redimensionamento de elementos estruturais:** Realizar estudos que considerem o redimensionamento completo dos elementos estruturais, como vigas e pilares, para avaliar com maior precisão o potencial de economia em materiais e custos estruturais em função da redução de cargas promovida pelo uso do drywall.
- **Utilização de placas cimentícias para paredes externas:** Avaliar o impacto da substituição de vedações externas tradicionais por placas cimentícias, considerando aspectos estruturais, de desempenho térmico e acústico, além da durabilidade e manutenção.
- **Análise de desempenho acústico e térmico:** Complementar o estudo com uma avaliação do comportamento das vedações internas em relação ao isolamento acústico e térmico, aspectos essenciais para o conforto dos usuários.
- **Avaliação do ciclo de vida e sustentabilidade:** Estudar o desempenho ambiental do drywall em comparação com a alvenaria, considerando o ciclo de vida dos materiais, a eficiência energética e a geração de resíduos.

Essas sugestões visam contribuir para o avanço do conhecimento na área, promovendo soluções mais eficientes, sustentáveis e economicamente viáveis para o setor da construção civil.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – ABDI. **Manual da construção industrializada**. Conceitos e Etapas. Volume 1: Estrutura e vedação. 2015.
- AGUSTONI, Douglas Cristiano. **GERAÇÃO DE RESÍDUOS E DESPERDÍCIOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2018. 13 f. Curso de Engenharia Civil, Universidade de Araraquara, Araraquara, 2018.
- ALVA, Gerson Moacyr Sisniegas. **Concepção estrutural de edifícios em concreto armado**. 2007, 23p. Departamento de Estruturas e Construção Civil, Universidade de Santa Maria. Santa Maria, 2007
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15575-4:2021: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para sistemas de vedações**. Rio de Janeiro, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15758:2009: Sistema construtivo em chapas de gesso para drywall – Projeto**. Rio de Janeiro, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15270-1:2023: Edificações – Requisitos para sistemas de vedação – Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15217:2018: Perfis de aço para sistemas construtivos de chapas de gesso para drywall – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 14715:2021: Chapas de gesso para drywall – Parte 1: Requisitos e Parte 2: Métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8681:2003: Ações e segurança nas estruturas – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações**. Rio de Janeiro, 2023. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL. **Manual de Desempenho Acústico**. 2018. Disponível em: <https://drywall.org.br/manuais/>. Acesso em: 25 jul. 2024.
- ANDRADE, Lucas Oliveira de. **Estudo dos índices de consumos de materiais, do custo estrutural de uma edificação e dos procedimentos na fase de elaboração do projeto estrutural**. 2013. 37p. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil) Centro Acadêmico do Agreste, Universidade Federal de

Pernambuco, Caruaru, 2013.

ANJOS, Ana Paula Souza dos. **Racionalização da estrutura com a utilização do drywall**. 2017. Disponível em: <https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/view/260>. Acesso em: 31 jul. 2024.

ARAÚJO, José Milton de. **Curso de concreto armado: lajes**. 4. ed. Rio Grande do Sul: Dunas, 2014. 44 p. Volume 2.

BARBOZA, Marcos Robiati. **CONCEPÇÃO E ANÁLISE DE ESTRUTURAS DE EDIFÍCIOS EM CONCRETO ARMADO**. 2008. 166 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2008.

BERTOL, M. **Estudo dos impactos da reutilização de resíduos da construção civil**. 2015. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2015.

BRASIL, Steel Frame. **Como fazer manutenções numa parede steel frame?** Disponível em: <https://steelframebrasil.com.br/como-fazer-manutencoes-numa-parede-de-steel-frame/>. Acesso em: 22 jan. 2025.

CARASEK, H. **Patologia das argamassas de revestimento**. In: Isaia, G.C. (Org.) *Materiais de Construção e Princípios de Ciência em Engenharia de Materiais*. São Paulo: IBRACON, 2007, v. 1, p. 1-11.

CARDOSO, Daniel Luis Antonio. **Vedações verticais e suas interfaces no sistema construtivo de edificações**. 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4623>. Acesso em: 30 jul. 2024.

CARDOSO, Luiza Moura. **Tudo sobre os resíduos sólidos da construção civil**. SIENGE Plataforma, 2017. <https://www.sienge.com.br/blog/residuos-solidos-da-construcao-civil/>. Acesso 30 jul. 2024.

CUNHA, Kesia. da S.; ROBERTO, J. C. A.; SOUTO, S. P.; LIMA, S. C. Resíduos sólidos na construção civil no Brasil. **Revista de Gestão e Secretariado**, [S. l.], v. 14, n. 6, p. 8671–8692, 2023. Disponível em: <https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/2255>. Acesso em: 31 jul. 2024.

CUNHA, J. **Estruturas de concreto armado**. Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Civil, 198 p. Apostila, 2014.

DIEDRICH, Karoline. **COMPARATIVO DE CUSTOS DE ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO COM DIFERENTES TIPOS DE VEDAÇÃO**. 2023. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 04 jul. 2023. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/3807>.

DIVISMART. **Como ficam as instalações elétricas e hidráulicas no Drywall?** 2023. Disponível em: <https://divismart.com.br/campanha-linkedin/como-ficam-as->

instalacoes-eletricas-e-hidraulicas-no-drywall-campanha-linkedin/. Acesso em: 22 jan. 2025.

FRANCO, L.S. **O projeto das vedações verticais: características e importância para a racionalização do processo de produção.** In: Tecnologia e gestão na produção de edifícios: Seminário vedações verticais. Anais. São Paulo: EPUSP, 1998.

FERSAN, Alex. **A origem do drywall.** 21 fev. 2018. Disponível em: <https://brasildrywall.blogspot.com/2018/02/a-origem-do-drywall.html#:~:text=O%20sistema%20drywall%20chegou%20ao,PE%2C%20a%20Gypsum%20do%20Nordeste>. Acesso em: 31 jul. 2024.

FLEURY, Lucas Eira. **Análise das vedações verticais internas de drywall e alvenaria em blocos cerâmicos com estudo de caso comparativo.** 2014. 55p. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil) Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FATECS, Brasília, 2014.

GIONGO, José Samuel. **Concreto Armado: Projeto Estrutural de Edifícios.** 2007. 184 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia das Estruturas, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007

GONÇALVES, Ana Júlia Silva; SILVA, Beatriz Borbas. **Estudo de técnicas de pré-dimensionamento de estruturas e seu impacto na execução de projetos estruturais de edifícios.** TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 77p. 2020.

GYPSUM. **Catálogo Técnico:** manual técnico para especificação e montagem de sistemas gypsum drywal. Manual Técnico para Especificação e Montagem de Sistemas Gypsum Drywal. Disponível em: https://www.isar.com.br/docs_and_files/produto/112c5e77-6e5f-465f-aad4-2b7b763bd677_Cat%C3%A1logo%20T%C3%A9cnico%20-%20Sistemas%20Gypsum%20Drywall.pdf. Acesso em: 03 jan. 2025.

KNAUF. **Vantagens do drywall em relação à alvenaria.** 2018. Disponível em: <http://knauf.com.br/?id=250>. Acesso em: 31 jul. 2024.

KNAUF. **Paredes Knauf Soluções que sustentam a qualidade do seu projeto.** 2014. Disponível em: <https://api.aecweb.com.br/cls/catalogos/saraiva/paredesknauf.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2025.

MARQUES, D. V. P. **Racionalização do processo construtivo de vedação vertical em alvenaria.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013

MELO, P.R. **Pré-dimensionamento de estruturas de madeira, de aço e de concreto para auxílio à concepção de projetos arquitetônicos.** Dissertação de

Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013

MITIDIERI, Cláudio. **Drywall no Brasil: Reflexões Tecnológicas**. 2018. Disponível em: <https://drywall.org.br/drywall-no-brasil-reflexoes-tecnologicas-2/>. Acesso em: 31 jul. 2024.

MONTEIRO, Demis Francisco. **A evolução do drywall na construção civil e suas técnicas**. 2018. Disponível em: <https://www.euacademic.org/UploadArticle/3759.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2024.

MONCAYO, Winston Junior Zumaeta. **Análise de segunda ordem global em edifícios com estrutura de concreto armado**. 2011. 221 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Sao Paulo, São Carlos, 2011.

MOURA, José. **Pré-dimensionamento de pilares, vigas e lajes de concreto armado**. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/pre-dimensionamento-concreto-armado/>. Acesso em: 22 set. 2024

MORATO JÚNIOR, J. A. A. **Divisórias de Gesso Acartonado: Sua utilização na construção civil**. 2008. 74 f. Monografia (Graduação) - Universidade Anhembí Morumbi, São Paulo, 2008.

NETO, A. Hess. FAGUNDES, F. Pereira. **Tecnologia na construção civil: sistema drywall**. Palhoça, 2020. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4548/1/Monografia%20-%20Tecnologia%20na%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil_sistema%20drywall.pdf. Acesso em: 01 ago. 2024.

OLIVEIRA, Nicolle de. **Análise Estrutural Comparando a Aplicação da Alvenaria de Blocos Cerâmicos e do Drywall como Sistemas de Vedação Vertical Interna de uma edificação**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

OLIVEIRA, Pedro Fontana de. **Uso do pré-fabricado drywall em casas populares**. 2019. 56 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

OLIVEIRA, D. R. B. **Estudo comparativo de alternativas para vedações internas de edificações**. Trabalho de conclusão de curso. Departamento de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

PEREIRA, Fernando. **Análise das cargas em um edifício de concreto armado, quando comparado a utilização de paredes de vedação interna de alvenaria convencional e Drywall**. 2017. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/4586>. Acesso em: 31 jul. 2024.

PEREZ, Rafaela Bera Gallindo. **Geração de resíduos na fase de corte da alvenaria de vedação do pavimento de um condomínio vertical em Londrina –**

PR. 2018. 55. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Ambiental – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2018

PINHEIRO, L. M. **Fundamentos do Concreto e Projeto de Edifícios**. Departamento de Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2007

PLACO. **APRENDA A APLICAR REVESTIMENTOS SOBRE A PAREDE DE DRYWALL**. Disponível em: <https://www.placo.com.br/blog/aprenda-aplicar-revestimentos-sobre-parede-de-drywall>. Acesso em: 22 jan. 2025.

PLACO. **Guia Plano 2014 - Soluções Construtivas**. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/341329224/GUIA-COMPLETO-PLACO-DO-BRASIL-pdf>. Acesso em: 03 jan. 2025.

PLACOSTIL. **Sistemas Placostil - Manual de especificação e instalação**. Disponível em: <https://api.aecweb.com.br/cls/catalogos/placo/catalogo-sistema-placostil.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2025.

PRINCESA. **Tijolos de cerâmica: tradição e história na construção civil**. 2020. Disponível em: <https://princesa.ind.br/tijolos-de-ceramica-tradicao-e-historia-na-construcao-civil/#:~:text=Confira!,Origem,da%20terra%20para%20viabilizar%20abrigo>. Acesso em: 31 jul. 2024.

QUARTZOLIT. **Construção de alvenaria: confira quais são as etapas até a pintura**. Disponível em: <https://www.quartzolit.weber/blog/etapas-de-pintura-na-construcao-de-alvenaria>. Acesso em: 22 jan. 2025.

SABBATINI, Fernando , et. al.. **Tecnologia de vedações verticais**. Escola politécnica, Universidade de São Paulo. PCC 3331, 2003. 70p.

SALGADO, Júlio César Pereira. **Técnicas e práticas construtivas para edificação**. 4ed. São Paulo: Érica, 2018. E-book. Disponível em: <https://www.univates.br/biblioteca/>. Acesso em: 31 jul. 2024.

SILVA, Edgard Domingos da. **Comparativo de custo e desempenho entre o sistema de vedação convencional e o fechamento em drywall** .2016. Disponível em: http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUBD-AQ3KCW/monografia_edgard__220716__2_.pdf?sequence=1. Acesso em: 31 jul. 2024.

SILVA, Luciana Paes. **Análise de carregamento em uma estrutura de concreto com sistema de vedação convencional e sistema light steel framing**. Jan. 2011. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/1261>. Acesso em: 29 jul. 2024.

SOUZA, Livia Luiza Fagundes de. **RECICLAGEM DE PLACAS DE GESSO ACARTONADO**. 2013. 61 f. Monografia (Especialização) - Curso de Arquitetura, Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

TANIGUITI, Eliana Kimie. **Método Construtivo de Vedação Vertical Interna de Chapas de Gesso Acartonado**. 1999. 313 p. - Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

THOMAZ E.; FILHO C.V.M.; CLETO F. da R.; CARDOSO F. F. **Código de obras nº 01 – Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**. IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, S.A. São Paulo, 2009.

TREVO. **Manual Técnico**. Disponível em: https://www.trevodrywall.com.br/assets/uploads/conteudo/arquivos/manual-tecnico-trevo-drywall_3jcwyu2czu688.pdf. Acesso em: 10 fev. 2025.

VANDENBERG, M; ELDER, A.J. **Construccion**. Madrid, H. Blume, 1977.

VARGAS, C. et al. **Avaliação de perdas em obras – aplicação de metodologia expedita**. Gramado, s. ed., 1997.

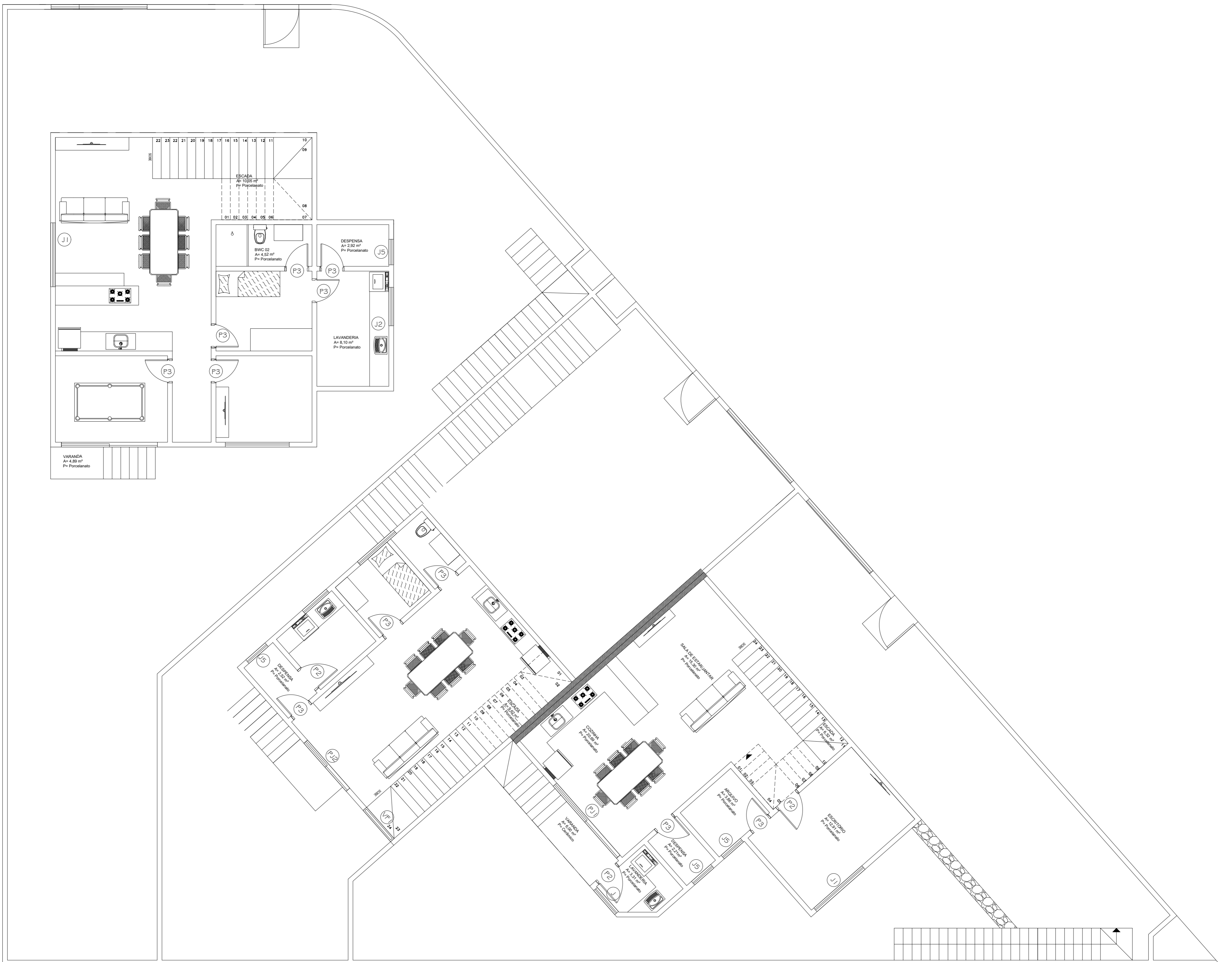
VIANA, S. A. O. **Análise de Custo e Viabilidade Dentre os Sistemas de Vedação de Bloco Cerâmico e Drywall Associado ao Painel Monolite EPS**. 2013. 15f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Espírito Santo. 2013.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Annual Report 2016-2017**. Genebra: World Economic Forum, 2017. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Annual_Report_2016_17.pdf. Acesso em: 31 jul. 2024.

ZORZI, Omair. **O Brasil e o cenário do drywall**. 2024. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/o-brasil-cen%25C3%25A1rio-do-drywall-omair-zorzi/?trackingId=jwoKn2qlR62mCAUdAaZXww%3D%3D>. Acesso em: 31 jul. 2024.

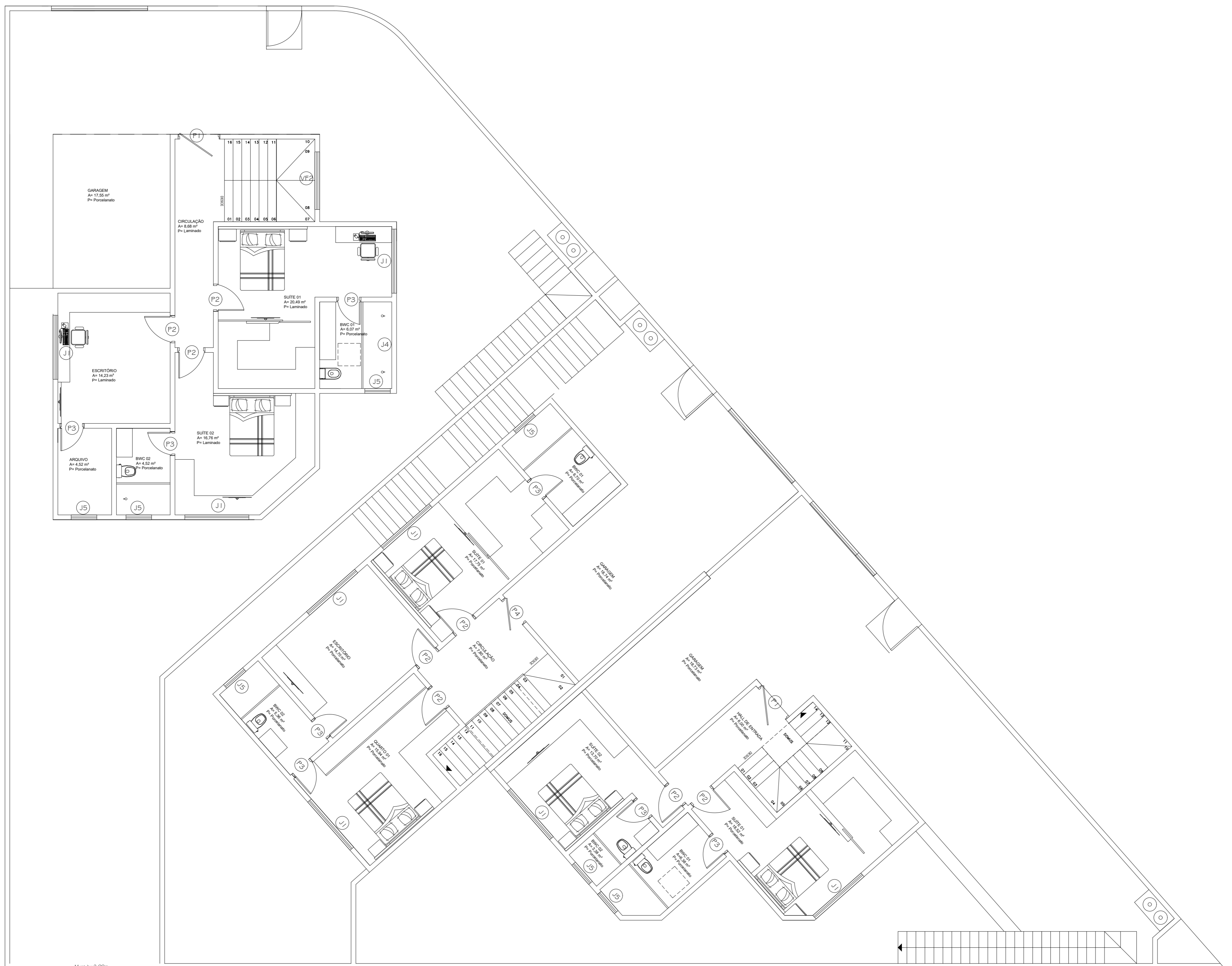
ZORZI, Omair. **O aumento do consumo de drywall entre os anos 2006 e 2023**. 2024. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/o-aumento-do-consumo-de-drywall-entre-os-anos-2006-e-2023-omair-zorzi-7ngce/>. Acesso em: 31 jul. 2024.

APÊNDICE 01
Planta baixa - Subsolo (Modelo 01)



PAVIMENTO SUBSOLO
ESC.: 1:75

APÊNDICE 02
Planta baixa - Térreo (Modelo 01)



PAVIMENTO TÉRREO
ESC.: 1:75

APÊNDICE 03
Planta baixa - Subsolo modificado (Modelo 02)



PAVIMENTO SUBSOLO
ESC.: 1:75

APÊNCIDE 05
FORMA SUBSOLO – MODELO 01



Forma do pavimento Subsolo (Nível -350)
escala 1:50

Vigas				
Nome	Seção	Elevação (cm)	Nível (cm)	
VBS-1	14x40	0	-350	
VBS-2	14x40	0	-350	
VBS-3	14x40	0	-350	
VBS-4	14x40	0	-350	
VBS-5	14x40	0	-350	
VBS-6	14x40	0	-350	
VBS-7	14x40	0	-350	
VBS-8	14x40	0	-350	
VBS-9	14x40	0	-350	
VBS-10	14x40	0	-350	
VBS-11	14x40	0	-350	
VBS-12	14x40	0	-350	
VBS-13	14x40	0	-350	
VBS-14	14x40	0	-350	
VBS-15	14x40	0	-350	
VBS-16	14x40	0	-350	
VBS-17	14x40	0	-350	
VBS-18	14x40	0	-350	
VBS-19	14x40	0	-350	
VBS-20	14x40	0	-350	
VBS-21	14x40	0	-350	
VBS-22	14x40	0	-350	
VBS-23	14x40	0	-350	
VBS-24	14x40	0	-350	
VBS-25	14x40	0	-350	
VBS-26	14x40	0	-350	
VBS-27	14x40	0	-350	
VBS-28	14x40	0	-350	
VBS-29	14x40	0	-350	
VBS-30	14x40	0	-350	
VBS-31	14x40	0	-350	
VBS-32	14x40	0	-350	
VBS-33	14x40	0	-350	
VBS-34	14x40	0	-350	
VBS-35	14x40	0	-350	
VBS-36	14x40	0	-350	
VBS-37	14x40	0	-350	
VBS-38	14x40	0	-350	
VBS-39	14x40	0	-350	
VBS-40	14x40	0	-350	
VBS-41	14x40	0	-350	
VBS-42	14x40	0	-350	
VBS-43	14x40	0	-350	

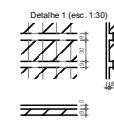
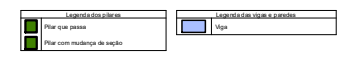
Banco de materiais				
Data de	Tip	Nome	Comprimento	Quantidade
		Matéria-prima	88-20-20	1 20 20 200

Lajes						
Nome	Tip	Área (m²)	Elevação (cm)	Nível (cm)	Peso próprio (kg/m²)	Superfície (kg/m²)
L1	Trilçapa ID	15	0	-350	264	100
L2	Trilçapa ID	15	0	-350	262	100
L3	Trilçapa ID	15	0	-350	262	100
L4	Trilçapa ID	15	0	-350	265	100
L5	Trilçapa ID	15	0	-350	262	100
L6	Trilçapa ID	15	0	-350	262	100
L7	Trilçapa ID	15	0	-350	264	100
L8	Trilçapa ID	15	0	-350	264	100
L9	Trilçapa ID	15	0	-350	262	100
L10	Trilçapa ID	15	0	-350	262	100
L11	Trilçapa ID	15	0	-350	262	100
L12	Trilçapa ID	15	0	-350	265	100
L13	Trilçapa ID	15	0	-350	264	100
L14	Trilçapa ID	15	0	-350	262	100
L15	Trilçapa ID	15	0	-350	262	100
L16	Trilçapa ID	15	0	-350	265	100
L17	Trilçapa ID	15	0	-350	262	100
L18	Trilçapa ID	15	0	-350	265	100
L19	Trilçapa ID	15	0	-350	262	100
L20	Trilçapa ID	15	0	-350	262	100
L21	Trilçapa ID	15	0	-350	262	100
L22	Trilçapa ID	15	0	-350	262	100
L23	Trilçapa ID	15	0	-350	262	100
L24	Trilçapa ID	15	0	-350	262	100
L25	Trilçapa ID	15	0	-350	262	100
L26	Trilçapa ID	15	0	-350	262	100

Área de lajes			
Tip	Área (cm²)	Banco de Enchimento	Área (m²)
Trilçapa ID	15	88-20-20	102,34

Características das materiais		
Tip	Esp	Absorvimento
15	20/20/20	0,50
15	20/20/20	0,50

Pilares		
Nome	Seção (cm)	Nível (cm)
P1	17x40	0
P2	14x40	0
P3	14x40	0
P4	28x40	0
P5	20x40	0
P6	14x40	0
P7	17x40	0
P8	17x40	0
P9	17x40	0
P10	17x40	0
P11	14x40	0
P12	17x40	0
P13	20x40	0
P14	17x40	0
P15	14x40	0
P16	14x40	0
P17	19x40	0
P18	20x40	0
P19	20x40	0
P20	17x40	0
P21	19x40	0
P22	20x40	0
P23	17x40	0
P24	17x40	0
P25	20x40	0
P26	17x40	0
P27	17x40	0
P28	17x40	0
P29	17x40	0
P30	17x40	0
P31	17x40	0
P32	20x40	0
P33	14x40	0
P34	14x40	0



APÊNDICE 06
FORMA TÉRREO – MODELO 01

APÊNDICE 07

FORMA SUBSOLO – MODELO 02



Forma do pavimento Subsolo (Nível -350)
escala 1:50

Vigas				
Nome	Seção	Elevação	Nível	
VBS-1	14x40	0	-350	
VBS-2	14x40	0	-350	
VBS-3	14x40	0	-350	
VBS-4	14x40	0	-350	
VBS-5	14x40	0	-350	
VBS-6	14x40	0	-350	
VBS-7	14x40	0	-350	
VBS-8	14x40	0	-350	
VBS-9	14x40	0	-350	
VBS-10	14x40	0	-350	
VBS-11	14x40	0	-350	
VBS-12	14x40	0	-350	
VBS-13	14x40	0	-350	
VBS-14	14x40	0	-350	
VBS-15	14x40	0	-350	
VBS-16	14x40	0	-350	
VBS-17	14x40	0	-350	
VBS-18	14x40	0	-350	
VBS-19	14x40	0	-350	
VBS-20	14x40	0	-350	
VBS-21	14x40	0	-350	
VBS-22	14x40	0	-350	
VBS-23	14x40	0	-350	
VBS-24	14x40	0	-350	
VBS-25	14x40	0	-350	
VBS-26	14x40	0	-350	
VBS-27	14x40	0	-350	
VBS-28	14x40	0	-350	
VBS-29	14x40	0	-350	
VBS-30	14x40	0	-350	
VBS-31	14x40	0	-350	
VBS-32	14x40	0	-350	
VBS-33	14x40	0	-350	
VBS-34	14x40	0	-350	
VBS-35	14x40	0	-350	
VBS-36	14x40	0	-350	
VBS-37	14x40	0	-350	
VBS-38	14x40	0	-350	
VBS-39	17x40	0	-350	
VBS-40	14x40	0	-350	
VBS-41	14x40	0	-350	
VBS-42	14x40	0	-350	
VBS-43	14x40	0	-350	

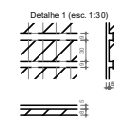
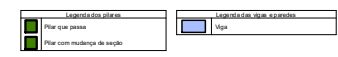
Banco de materiais				
Data de	Tip	Nome	Comprimento	Quantidade
		Matéria-prima	883,222	1 20 20 200

Lajes						
Nome	Tip	Altura (cm)	Espessura (cm)	Nível base	Peso próprio (kg/m²)	Permanente (kg/m²)
L1	Trilijada ID	15	0	-350	264	100
L2	Trilijada ID	15	0	-350	262	100
L3	Trilijada ID	15	0	-350	262	100
L4	Trilijada ID	15	0	-350	265	100
L5	Trilijada ID	15	0	-350	262	100
L6	Trilijada ID	15	0	-350	262	100
L7	Trilijada ID	15	0	-350	264	100
L8	Trilijada ID	15	0	-350	264	100
L9	Trilijada ID	15	0	-350	262	100
L10	Trilijada ID	15	0	-350	262	100
L11	Trilijada ID	15	0	-350	262	100
L12	Trilijada ID	15	0	-350	265	100
L13	Trilijada ID	15	0	-350	264	100
L14	Trilijada ID	15	0	-350	262	100
L15	Trilijada ID	15	0	-350	262	100
L16	Trilijada ID	15	0	-350	265	100
L17	Trilijada ID	15	0	-350	262	100
L18	Trilijada ID	15	0	-350	265	100
L19	Trilijada ID	15	0	-350	262	100
L20	Trilijada ID	15	0	-350	262	100
L21	Trilijada ID	15	0	-350	262	100
L22	Trilijada ID	15	0	-350	262	100
L23	Trilijada ID	15	0	-350	262	100
L24	Trilijada ID	15	0	-350	262	100
L25	Trilijada ID	15	0	-350	262	100
L26	Trilijada ID	15	0	-350	262	100

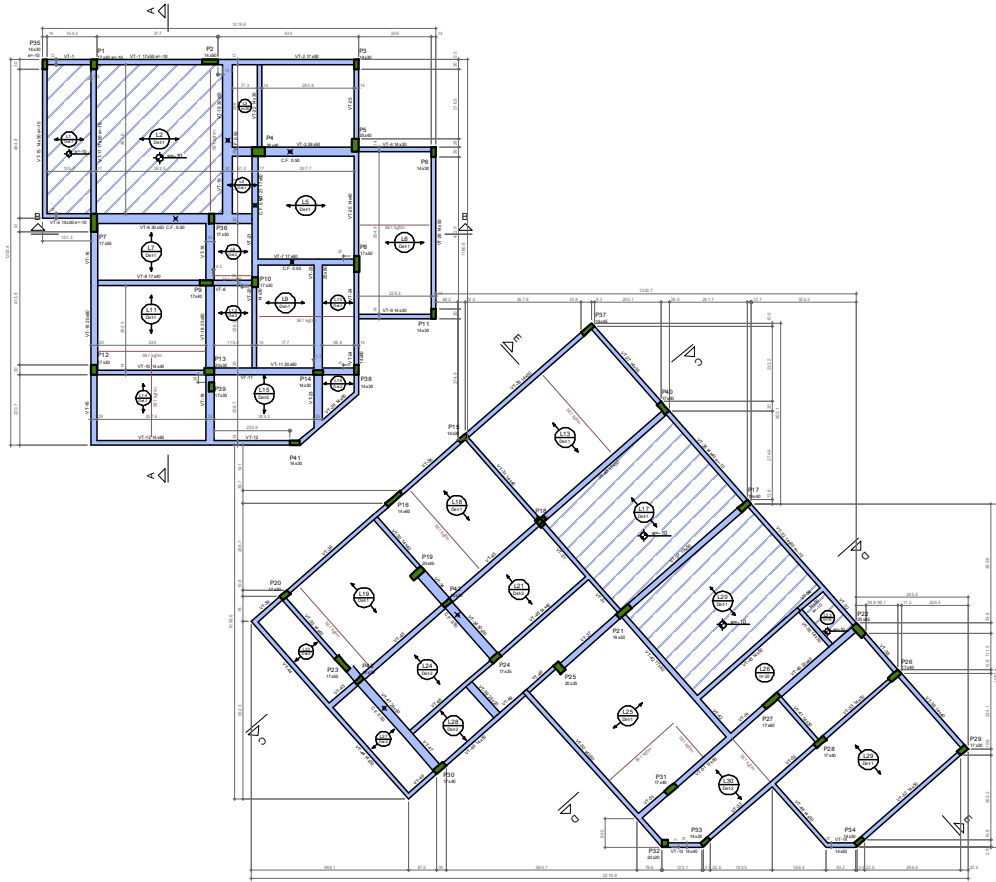
Área de lajes			
Tip	Área (cm²)	Banco de Enchimento	Área (m²)
Trilijada ID	15	883,222	102,76

Características das lajes			
Tip	Esp	Indicador	Absorvimento
15	20	20	0,50

Pilares			
Nome	Seção	Elevação	Nível
P1	17x30	0	-350
P2	14x30	0	-350
P3	14x30	0	-350
P4	28x40	0	-350
P5	20x40	0	-350
P6	14x30	0	-350
P7	17x30	0	-350
P8	17x30	0	-350
P9	17x30	0	-350
P10	17x30	0	-350
P11	14x30	0	-350
P12	17x30	0	-350
P13	20x30	0	-350
P14	17x30	0	-350
P15	14x30	0	-350
P16	14x30	0	-350
P17	19x40	0	-350
P18	20x40	0	-350
P19	20x40	0	-350
P20	17x30	0	-350
P21	19x30	0	-350
P22	20x40	0	-350
P23	17x30	0	-350
P24	17x30	0	-350
P25	20x30	0	-350
P26	17x40	0	-350
P27	17x30	0	-350
P28	17x30	0	-350
P29	17x30	0	-350
P30	17x30	0	-350
P31	17x30	0	-350
P32	20x30	0	-350
P33	14x30	0	-350
P34	14x30	0	-350



APÊNDICE 08
FORMA TÉRREO – MODELO 02



Forma do pavimento Térreo (Nível 15)
escala 1:50

Tabela de Materiais	
Quantidade	Valor
1000	1000
2000	2000
3000	3000
4000	4000
5000	5000
6000	6000
7000	7000
8000	8000
9000	9000
10000	10000

Item	Descrição	Quantidade	Valor
1	1000	1000	1000
2	2000	2000	2000
3	3000	3000	3000
4	4000	4000	4000
5	5000	5000	5000
6	6000	6000	6000
7	7000	7000	7000
8	8000	8000	8000
9	9000	9000	9000
10	10000	10000	10000

Item	Descrição	Quantidade	Valor
11	11000	11000	11000
12	12000	12000	12000
13	13000	13000	13000
14	14000	14000	14000
15	15000	15000	15000
16	16000	16000	16000
17	17000	17000	17000
18	18000	18000	18000
19	19000	19000	19000
20	20000	20000	20000

Item	Descrição	Quantidade	Valor
21	21000	21000	21000
22	22000	22000	22000
23	23000	23000	23000
24	24000	24000	24000
25	25000	25000	25000

Item	Descrição	Quantidade	Valor
26	26000	26000	26000
27	27000	27000	27000
28	28000	28000	28000
29	29000	29000	29000
30	30000	30000	30000

Item	Descrição	Quantidade	Valor
31	31000	31000	31000
32	32000	32000	32000
33	33000	33000	33000
34	34000	34000	34000
35	35000	35000	35000
36	36000	36000	36000
37	37000	37000	37000
38	38000	38000	38000
39	39000	39000	39000
40	40000	40000	40000

Pavimento
 Pavimento
 Pavimento
 Pavimento

