



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

João Gabriel Gouveia de Oliveira

Análise de sustentabilidade na construção civil: estudo de caso sobre vedações internas em drywall e alvenaria de blocos cerâmicos.

Cabo de Santo Agostinho - PE

2025

João Gabriel Gouveia de Oliveira

Análise de sustentabilidade na construção civil: estudo de caso sobre vedações internas em drywall e alvenaria de blocos cerâmicos.

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Engenharia Civil da Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho, Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Andre Vinicius Azevedo Borgatto.

Cabo de Santo Agostinho - PE

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Rosimeri Couto – CRB-4 1395

O48a Oliveira, João Gabriel Gouveia de.
Análise de sustentabilidade na construção civil:
Estudo de caso sobre vedações internas em drywall e
alvenaria de blocos cerâmicos / João Gabriel Gouveia
de Oliveira. – Cabo de Santo Agostinho, 2025.
113 f.; il.

Orientador(a): André Vinicius Azevedo Borgatto.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade
Acadêmica Cabo de Santo Agostinho - UACSA,
Bacharelado em Engenharia Civil, Cabo de Santo
Agostinho, BR-PE, 2026.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Construção civil. 2. Sustentabilidade. 3. Análise
de ciclo de vida. 4. Drywall 5. Alvenaria de blocos
cerâmicos. I. Borgatto, André Vinicius Azevedo,
orient. II. Título

CDD 624

JOÃO GABRIEL GOUVEIA DE OLIVEIRA

Análise de sustentabilidade na construção civil: estudo de caso sobre vedações internas em drywall e alvenaria de blocos cerâmicos.

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 12/12/2025

■

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. André Vinicius Azevedo Borgatto orientador
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Felipe Pablo Damasceno Fernandes examinador
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dra. Simone Perruci Galvão examinadora
Universidade Federal Rural de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço a Deus por todas as bênçãos, oportunidades e livramentos concedidos durante estes longos anos de estudos.

Expresso minha gratidão aos meus familiares pelo apoio incondicional e pela paciência neste período desafiador de elaboração do TCC, momento em que precisei me ausentar e dedicar grande parte do meu tempo à estruturação deste trabalho.

À minha mãe, Cláudia, e ao meu pai, Frederico, dedico minha profunda gratidão por todo o sacrifício e tempo investidos na minha formação pessoal e profissional. Tenho certeza de que a pessoa que sou hoje é reflexo da educação e dos valores maravilhosos que me foram proporcionados. Agradeço também pela amizade, parceria e amor nos atos cotidianos.

Ao meu irmão mais novo, Pedro, obrigado por todo o auxílio e paciência. Você se mostrou sempre disponível para ler os parágrafos em que eu me sentia inseguro e me deu forças para finalizar cada etapa. Estou muito orgulhoso do homem que você se tornou. Obrigado por tudo.

À minha namorada, Ana, agradeço por todo o apoio, companheirismo e compreensão nestes últimos meses. Obrigado por estar ao meu lado em todas as horas, incentivando a realização deste trabalho.

Meu sincero agradecimento a todos os professores da UFRPE pelos anos de ensinamentos, desde o ciclo básico até o módulo específico de Engenharia Civil. Em especial:

Ao professor André Borgatto, pelo apoio, pelos ensinamentos e pelo tempo disponibilizado para me auxiliar na estruturação deste trabalho.

Ao professor Maurício, que se mostrou, além de um excelente profissional, um grande amigo que levarei para a vida toda. Muito obrigado por todo o apoio e auxílio em todas as minhas etapas acadêmicas.

Ao coordenador e professor Martônio, que, assim como o Maurício, sempre se mostrou muito solícito em auxiliar nas demandas institucionais.

À professora Simone, por aceitar fazer parte da banca examinadora e pelos conhecimentos transmitidos nas disciplinas de materiais e patologias.

Ao professor Felipi, que também aceitou compor a banca e me proporcionou excelentes aulas de Concreto I e II. Obrigado pela contribuição e pelo tempo de qualidade.

Aos colegas de curso da universidade, que tornaram essa longa caminhada mais leve.

Obrigado aos amigos que fiz no primeiro período: Sarah, Rafaela, Allan, João Victor e Roberto, pelos quais tenho muita admiração e respeito. Desejo muito sucesso a todos e tenho certeza de que nosso esforço será recompensado.

Obrigado também aos amigos que ganhei no decorrer do curso e que foram essenciais para minha conclusão acadêmica: Luana, Silva e Venâncio. Além de grandes parceiros nessa jornada, facilitaram minha ida à faculdade com as caronas e a companhia.

Por fim, agradeço a todas as empresas pelas quais passei como estagiário e auxiliar de engenharia. Obrigado pela compreensão quanto aos meus horários acadêmicos e pela contribuição com conhecimentos técnicos que somaram para a estruturação do presente trabalho e me qualificaram como profissional.

“A engenharia é a arte de moldar os recursos da
natureza para o benefício da humanidade.”

Henry Stott.

RESUMO

A construção civil constitui um setor estratégico para o desenvolvimento econômico, ao mesmo tempo em que representa uma das principais fontes de impacto ambiental, em função do alto consumo de recursos naturais e das emissões de gases de efeito estufa. Nesse cenário, estudos que quantificam a sustentabilidade de materiais e sistemas construtivos tornam-se fundamentais para orientar decisões de projeto e favorecer a difusão de edificações mais eficientes. Entre os diversos subsistemas construtivos, este trabalho tem como objetivo comparar a sustentabilidade ambiental e econômica de vedações internas em drywall e em alvenaria de blocos cerâmicos. Adotou-se um estudo de caso em empreendimento residencial de múltiplos pavimentos, situado na região Nordeste do Brasil, no qual foram avaliados os impactos ambientais e a circularidade dos materiais por meio de Análise de Ciclo de Vida, bem como examinados os aspectos econômicos pela avaliação de orçamento executivo, complementados pela investigação das implicações técnicas e estruturais associadas ao uso de cada sistema. Os resultados indicam que o drywall apresenta menor Potencial de Aquecimento Global em comparação à alvenaria de blocos cerâmicos. No âmbito econômico, verificou-se redução do custo global, impulsionada principalmente pela maior produtividade da mão de obra. A análise técnica evidenciou o drywall como alternativa competitiva para vedações internas em edifícios verticais, desde que suas limitações sejam adequadamente gerenciadas, enquanto a contribuição estrutural demonstrou menor carga permanente transmitida às lajes. Conclui-se que a adoção de sistemas leves, como o drywall, configura estratégia relevante para um desenvolvimento mais sustentável da construção civil, embora a decisão projetual entre as duas tecnologias deva considerar a hierarquização das prioridades específicas de cada empreendimento.

Palavras-chave: construção civil; sustentabilidade; análise de ciclo de vida; drywall; alvenaria de blocos cerâmicos.

ABSTRACT

Civil construction is a strategic sector for economic development, while also representing one of the main sources of environmental impact due to its high consumption of natural resources and greenhouse gas emissions. In this scenario, studies that quantify the sustainability of construction materials and systems are essential for guiding design decisions and promoting the spread of more efficient buildings. Among the various construction subsystems, this study aims to compare the environmental and economic sustainability of internal drywall and ceramic block masonry partitions. A case study was conducted in a multi-story residential development located in Northeast Brazil, in which the environmental impacts and circularity of materials were assessed using Life Cycle Analysis, and economic aspects were examined through executive budget evaluation, complemented by an investigation of the technical and structural implications associated with the use of each system. The results indicate that drywall has a lower Global Warming Potential compared to ceramic block masonry. In economic terms, there was a reduction in overall costs, driven mainly by higher labor productivity. The technical analysis showed drywall to be a competitive alternative for internal partitions in vertical buildings, provided that its limitations are properly managed, while the structural contribution demonstrated a lower permanent load transmitted to the slabs. It is concluded that the adoption of lightweight systems, such as drywall, is a relevant strategy for more sustainable development in civil construction, although the design decision between the two technologies must consider the hierarchy of specific priorities for each project.

Keywords: civil construction; sustainability; life cycle analysis; drywall; ceramic block masonry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Componentes de Uma Parede de Drywall	21
Figura 02 – Tipologia de Placas de Gesso Acartonado	22
Figura 03 – Perfis Metálicos	23
Figura 04 – Estrutura Guias	24
Figura 05 – Estrutura Montantes	24
Figura 06 - Estrutura Cantoneira Perfurada	25
Figura 07 – Fixação Ideal dos Parafusos	26
Figura 08 – Fixação de Cargas	27
Figura 09 – Banda Acústica	28
Figura 10 – Sistema de Isolamento com Lã de Vidro	29
Figura 11 – Sistema de Isolamento com Lã de Vidro	30
Figura 12 – Armazenamento Chapas Drywall	31
Figura 13 – Armazenamento Perfis	32
Figura 14 – Pavimento pronto para receber o Drywall	33
Figura 15 – Colagem de banda acústica nos guias	34
Figura 16 – Fixação das guias	35
Figura 17 – Estrutura montantes	36
Figura 18 – Fixação das guias	37
Figura 19 – Fechamento primeira face	37
Figura 20 – Fixação de reforço	38
Figura 21 – Instalações gerais	39
Figura 22 – Instalação isolante termoacustico	40
Figura 23 – Tratamento de juntas e parafusos	41
Figura 24 – Blocos cerâmicos de Vedação	42
Figura 25 – Etapas Argamassa de Revestimento	45
Figura 26 - Marcação das paredes a partir dos eixos de referência	47
Figura 27 - Controle do prumo das paredes e do nível das fiadas	48
Figura 28 - Fixação de telas metálicas nos pilares	49

Figura 29 - Instalação de marcos e verga	51
Figura 30 - Tubulações embutidas alvenaria	51
Figura 31 – Fases de uma ACV.	54
Figura 32 – Fachada posterior e lateral esquerda	59
Figura 33 – Fluxograma Metodológico do Estudo de Caso.	61
Figura 34 – Potencial de aquecimento global total em kgCO ₂ e - drywall	72
Figura 35 – Potencial de aquecimento global total em kgCO ₂ e - blocos cerâmicos	73
Figura 36 – Comparação dos índices de aquecimento global (GWP)	74
Figura 37 – Categorias de impacto associadas a ACV	75
Figura 38 – Potencial de aquecimento global biogênico, kg CO ₂ e	76
Figura 39 – Indicador de Uso de Água Inicial	78
Figura 40 – Indicador de Uso de Água Corrigido	78
Figura 41 – Circularidade e fluxo de materiais do drywall	80
Figura 42 – Circularidade e fluxo de materiais da alvenaria de blocos cerâmicos	80
Figura 43 – Síntese comparativa	85
Figura 44 – Orçamento global	86
Figura 45 – Custo por metro quadrado	89
Figura 46 – Peso próprio das paredes	92
Figura 47 – Carregamento Estrutural	93
Figura 48 – Ações permanentes por laje	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Características das chapas de gesso acartonado	20
Tabela 02 – Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação	42
Tabela 03 – Blocos cerâmicos de vedação	43
Tabela 04 – Custo de mão de obra e material drywall	87
Tabela 05 – Custo de mão de obra e material alvenaria	88
Tabela 06 – Coeficientes de mão de obra por etapa	90
Tabela 07 – Comparativo de equipes por sistema	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Módulos do Ciclo de Vida	55
Quadro 02 – Indicadores técnicos e de desempenho	66
Quadro 03 - Características físicas e estruturais	81
Quadro 04 - Características executivas	82
Quadro 05 - Desempenho funcional	83
Quadro 06 - Manutenção e flexibilidade	84

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 Objetivo geral	17
1.1.2 Objetivos específicos	17
2 REVISÃO TEÓRICA	19
2.1 VEDAÇÃO VERTICAL	19
2.2. DRYWALL	19
2.2.1. Composição e Componentes do Sistema	21
2.2.2 Classificação das Chapas e Aplicações	21
2.2.3 Perfis Metálicos	23
2.2.4 Fixações	25
2.2.5 Reforços para Fixação de Cargas	27
2.2.6 Banda Acústica	28
2.2.7 Isolamento Interno	28
2.2.8 Massa para tratamentos de juntas	29
2.2.9 Recomendações Gerais para Manuseio e Armazenamento	30
2.2.10 Processo executivo das vedações em paredes drywall.	32
2.3 ALVENARIA CONVENCIONAL DE BLOCO CERÂMICO	41
2.3.1 Blocos	42
2.3.2 Características	44
2.3.3 Argamassa	44
2.3.4 Processo de execução de alvenaria de blocos cerâmicos	46
2.4 SUSTENTABILIDADE	52
2.5 ANÁLISE DE CICLO DE VIDA (ACV)	53
2.5.1 Conceito de ACV	53
2.5.2 Etapas da ACV	53
2.5.3 Ferramentas computacionais para modelação e análise de ACV	57
3 TÉCNICAS E EXPERIMENTOS	59
3.1 INTRODUÇÃO À METODOLOGIA DE PESQUISA	59
3.1.1 Caracterização do objeto de estudo	59
3.1.2 Coleta de dados	61
3.2 ANÁLISE DE CICLO DE VIDA E IMPACTOS AMBIENTAIS	62
3.2.1 Objetivo e escopo da ACV	63
3.2.2 Análise de Inventário (ICV)	63
3.2.3 Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida (AICV)	64
3.2.4 Análise de circularidade	66
3.2.5 Interpretação dos Resultados	66
3.3 COMPARAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA	67

3.3.1 Análise Técnica	67
3.3.2 Análise Econômica	69
3.4 ANÁLISE DAS CARGAS PERMANENTES NA ESTRUTURA	70
3.4.1 Peso próprio das paredes	71
3.4.2 Estimativa da carga global de vedações	71
3.4.3 Influência de vedações nas ações de cargas permanentes	72
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	73
4.1 ANÁLISE DE CICLO DE VIDA (ACV)	73
4.1.1 Potencial de aquecimento global dos insumos	73
4.1.2 AICV dos sistemas	76
4.1.3 Análise de circularidade	81
4.2 ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA	83
4.2.1 Análise Técnica	83
4.2.2 Análise Econômica	87
4.2.3 Detalhamento de Custos por Sistema	88
4.2.4 Análise comparativa do custo por metro quadrado (R\$/m ²)	90
4.2.5 Produtividade da execução e implicações econômicas	91
4.3 ANÁLISE DAS CARGAS NA ESTRUTURA	93
4.3.1 Peso próprio das vedações (kg/m ²)	93
4.3.2 Carga global de vedações no edifício (KN)	94
4.3.3 Influência nas ações permanentes das lajes (KN/m ²)	95
5 CONCLUSÕES	97
REFERÊNCIAS	98
APÊNDICE A - ORÇAMENTO DRYWALL	104
APÊNDICE B - ORÇAMENTO ALVENARIA	105
APÊNDICE C - CARGAS PERMANENTES	106

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil desempenha uma função essencial no crescimento econômico do Brasil, sendo responsável por uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), este setor contribui com cerca de 6% do PIB nacional, com impacto considerável tanto na geração de emprego quanto na movimentação de mercados de insumos e serviços. No entanto, essa importância econômica também vem acompanhada de desafios ambientais significativos, devido ao alto consumo de recursos naturais e à grande quantidade de resíduos sólidos gerados durante as obras. Dados compilados pelo United Nations Environment Programme (UNEP, 2024) indicam que, em escala global, os edifícios são responsáveis por cerca de 40% do consumo anual de energia e por até 30% do uso de energia associado às emissões de gases de efeito estufa.

Quando se considera toda a cadeia da construção civil, estima-se que o setor responde por aproximadamente um terço do consumo de recursos naturais do planeta, incluindo cerca de 12% de toda a água doce utilizada, além de gerar até 40% dos resíduos sólidos produzidos mundialmente (CBCS, 2012). Dessa forma, pensar em técnicas construtivas que gerem menos impacto ao meio ambiente é vital para garantir o desenvolvimento sustentável (Horta *et al.*, 2023).

Nesse cenário, cresce o interesse por soluções construtivas capazes de equilibrar desempenho, custo e impacto ambiental ao longo da vida útil das edificações. As vedações verticais internas têm papel importante nesse contexto, pois definem a compartimentação dos ambientes, influenciam diretamente o conforto termoacústico e contribuem de forma significativa para o peso próprio global da estrutura. Assim, a escolha do sistema de vedação deixa de ser uma decisão puramente construtiva e passa a envolver a análise integrada de requisitos técnicos, econômicos e ambientais (Sabbatini, 2003).

No contexto brasileiro, a alvenaria de blocos cerâmicos consolidou-se historicamente como solução predominante para vedações internas em diferentes tipologias de edifícios. Apesar da ampla difusão e do domínio construtivo, esse sistema ainda está associado a processos mais artesanais, maior geração de entulho e dificuldades de padronização da execução em canteiro (Mussoi, 2022). Em paralelo, sistemas leves de vedação interna em chapas de gesso acartonado (drywall), vêm ganhando espaço, impulsionados pela busca por racionalização de etapas, redução de desperdícios e diminuição de cargas permanentes,

embora ainda encontram resistência cultural e certa desconfiança quanto ao desempenho em edificações habitacionais (Capucho, 2019), a otimização de processos tem se tornado cada vez mais evidente para a construção civil (Mognon, 2022).

No contexto nacional, diversos estudos têm investigado comparações entre alvenaria convencional e drywall em termos de custo e desempenho, avaliando desde unidades habitacionais de interesse social até edifícios de múltiplos pavimentos (Tomasini, 2022). Em geral, os resultados apontam que o drywall tende a proporcionar maior produtividade e, em determinadas condições, custos competitivos quando se considera cronograma e racionalização de etapas (Tomasini, 2022). Contudo, ainda são menos frequentes as análises que integrem, em um mesmo estudo, os aspectos ambientais, técnicos e econômicos em empreendimentos reais de grande porte, o que abre espaço para novas investigações.

Ao mesmo tempo, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) consolidou-se como ferramenta de referência para quantificar impactos ambientais de produtos e sistemas, que engloba desde a extração de matérias-primas até as etapas finais de destinação. Aplicada à construção civil, a ACV permite comparar alternativas tecnológicas com base em indicadores como potencial de aquecimento global, consumo de recursos e uso de água (Condeixa *et al.*, 2013).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Como objetivo principal buscou-se analisar comparativamente a sustentabilidade de sistemas de vedação interna em drywall e em alvenaria de blocos cerâmicos, por meio da avaliação de impactos ambientais, de análises econômicas e de implicações técnicas e estruturais associadas ao uso desses sistemas

1.1.2 Objetivos específicos

- Comparar os impactos ambientais e a circularidade dos sistemas de drywall e alvenaria convencional por meio de Análise de Ciclo de Vida.
- Analisar os aspectos econômicos dos sistemas de vedação interna por meio da comparação de custos por metro quadrado, custos globais e coeficientes de produtividade em cada cenário.

- Comparar tecnicamente a execução e o desempenho das soluções de vedação em drywall e alvenaria de blocos cerâmicos.
- Analisar pontualmente a contribuição das cargas permanentes das vedações em drywall e alvenaria para as ações permanentes atuantes nas lajes.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 VEDAÇÃO VERTICAL

Desde os primórdios das civilizações, o ser humano constroi abrigos como forma de proteção contra intempéries e ameaças externas (Abiko, 1995). Essa necessidade de segurança, conforto e isolamento deu origem ao conceito de vedação, que, ao longo dos séculos, foi sendo aperfeiçoado com o avanço das técnicas construtivas e o desenvolvimento de novos materiais. Nesse sentido, a evolução das vedações verticais acompanha o próprio aprimoramento da construção civil, incorporando gradualmente princípios de racionalização, produtividade e sustentabilidade (Abiko, 1995).

Conforme destaca Franco (1998), o desempenho das vedações verticais não está condicionado apenas às propriedades dos materiais utilizados, mas também à qualidade da execução e à concepção integrada do projeto, fatores indispensáveis para garantir eficiência técnica e conforto ambiental. O autor define as vedações verticais como elementos autoportantes, destinados a compartimentar espaços internos e externos, contribuindo significativamente para o desempenho global da edificação, exercendo as funções de vedação, estanqueidade, isolamento térmico e acústico.

Na mesma perspectiva, Sabbatini (1988) ressalta que as vedações verticais, embora não possuam função estrutural, desempenham papel essencial para a durabilidade da construção. Sua integração adequada com o sistema estrutural é indispensável para o comportamento satisfatório do conjunto, prevenindo manifestações patológicas como fissuras, infiltrações e destacamentos. Desse modo, as vedações verticais devem ser concebidas de forma compatível e coordenada com os demais sistemas da edificação, assegurando sua eficiência, segurança e longevidade.

2.2. DRYWALL

O drywall consolidou-se, ao longo do século XX, como um sistema industrializado de fechamento interno, substituindo métodos tradicionais de vedação por uma solução leve, precisa e de montagem a seco. De acordo com Lai (2016, p.18), “O sistema drywall constitui-se basicamente por chapas de gesso acartonado fixadas sobre perfis metálicos galvanizados, formando painéis modulares que desempenham funções de vedação, revestimento e compartimentação”.

A adoção mundial desse sistema decorre de fatores como agilidade executiva, padronização dimensional, baixo peso próprio e excelente desempenho acústico e térmico. Além disso, a montagem a seco elimina o uso intensivo de água e reduz significativamente os resíduos gerados na obra. Segundo Sabbatini (1998) é possível classificar as vedações verticais em gesso acartonado como: material leve, deslocável e autoportante capaz de contribuir para a sustentabilidade e racionalização dos processos construtivos.

No contexto brasileiro, a base normativa do sistema drywall é estabelecida pela ABNT NBR 14715-1: 2010, que define os requisitos de projeto, desempenho e execução para paredes, forros e revestimentos. Essas normas asseguram padrões mínimos de qualidade, segurança, modulação e compatibilidade entre os componentes (chapas, perfis, fixadores, fitas e massas de rejunte), orientando tanto o dimensionamento quanto o controle de execução em obra e podem ser visualizados na Tabela 01.

A incorporação do drywall no setor da construção civil brasileira representa um avanço significativo em produtividade e qualidade, especialmente em edificações verticais e empreendimentos corporativos, onde a velocidade de execução e o controle de tolerâncias geométricas são fatores determinantes.

Tabela 01 – Características das chapas de gesso acartonado

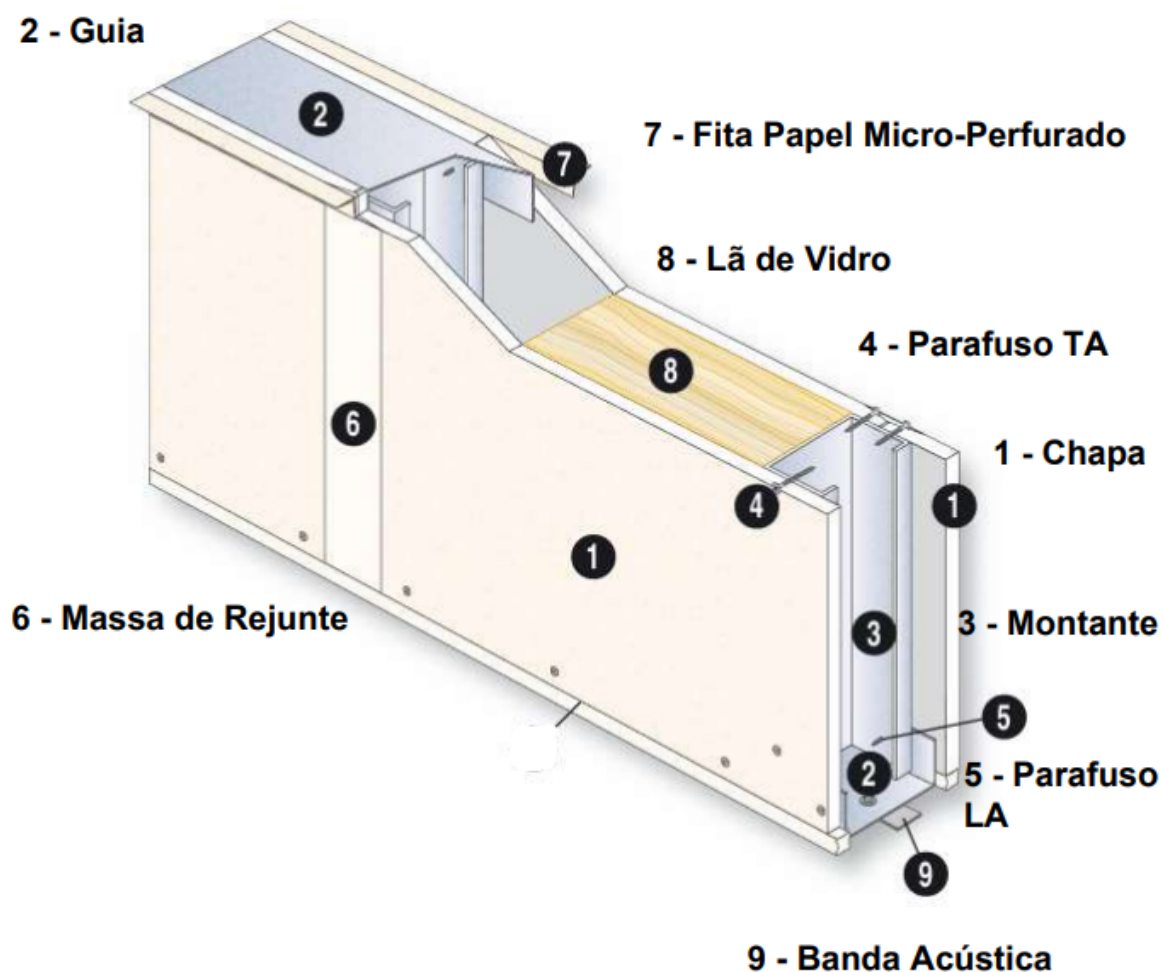
Características	Unidade	Espessura das chapas de 12,5 (mm)
Tolerância de espessura	mm	0,5
Largura	mm	1.200
Comprimento	mm	3.600
Esquadro	mm/m	≤2,5
Densidade superficial da massa	kg/m ²	10 ± 2
Resistência à ruptura na flexão	N	≥ 550
Dureza superficial determinada pelo diâmetro máximo	mm	≤ 20
Capacidade de absorção de água para chapas RU	%	≤ 5
Capacidade de absorção superficial de água nas faces para chapas RU	g/m ²	≤ 160

Fonte: Adaptado NBR 16831, 2020

2.2.1. Composição e Componentes do Sistema

A Figura 01 apresenta a constituição básica do drywall, detalhando as chapas de gesso acartonado, os perfis metálicos estruturais e de travamento, os parafusos e fixadores, as fitas de junta e massas de acabamento, bem como os elementos complementares como lã mineral para isolamento acústico.

Figura 01 – Componentes de Uma Parede de Drywall



Fonte: Catálogo Técnico Gypsum, 2014

2.2.2 Classificação das Chapas e Aplicações

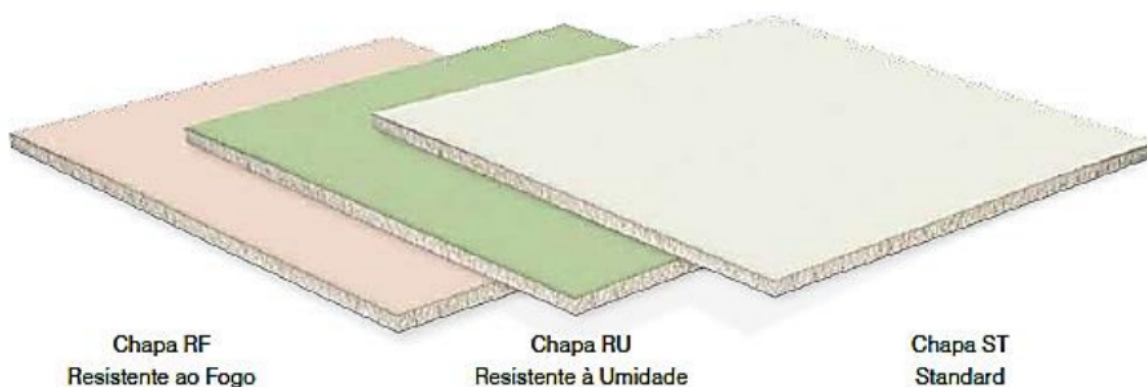
As chapas de gesso acartonado são fabricadas em processo industrial contínuo a partir da gipsita natural, material do qual se obtém o gesso com propriedades de resistência mecânica e ao fogo. Essas chapas são compostas por um núcleo de gesso misturado com água e aditivos, revestido em ambas as faces por papel cartão, o que proporciona maior resistência,

regularidade superficial e estabilidade estrutural. A combinação desses elementos resulta em um produto com boa flexibilidade, resistência à compressão e desempenho satisfatório frente ao fogo, conforme a Abragesso (2014).

Existem três principais tipos de chapas de gesso acartonado utilizadas nos sistemas drywall, conforme pode ser visualizado na Figura 02.

- Chapa Standard (ST): aplicada em ambientes internos secos, sendo utilizada em paredes, forros, revestimentos, shafts e mobiliários integrados. É identificada pela cor branca do cartão.
- Chapa Resistente à Umidade (RU): composta por gesso acrescido de aditivos hidrofugantes, como silicone ou fibras de celulose e revestida por cartão tratado para repelir água. Indicada para áreas sujeitas à umidade moderada, não deve ser utilizada em locais com alta saturação de vapor. Possui coloração verde no cartão.
- Chapa Resistente ao Fogo (RF): recomendada para áreas secas que exigem maior proteção contra o fogo. Contém aditivos que retardam a liberação da água presente na composição, adiando o colapso da peça sob altas temperaturas. É identificada pela cor rosa do papel cartão.

Figura 02 – Tipologia de Placas de Gesso Acartonado



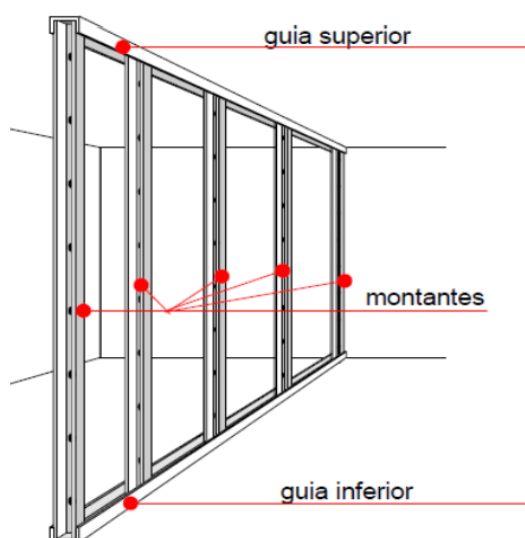
Fonte: Abragesso, 2006

2.2.3 Perfis Metálicos

Os perfis metálicos constituem o elemento estrutural do sistema drywall, servindo

como suporte para fixação das chapas de gesso acartonado e responsáveis pela estabilidade, alinhamento e rigidez das paredes e revestimentos. São fabricados em aço galvanizado, conforme as especificações da ABNT NBR 15217:2019, conforme o guia de montagem e instalação da Gypsum (2014) o perfil guia é fixado diretamente no piso e no teto, delimitando o plano da parede, enquanto o perfil montante é encaixado verticalmente entre as guias, conforme Figura 03.

Figura 03 – Perfis Metálicos



Fonte: TANIGUTI, 1999

São os perfis horizontais com seção em formato de "U". Sua função é servir de trilho para a montagem do sistema. São fixados no piso e no teto (ou laje), demarcando o layout da parede e servindo de encaixe e travamento para os perfis verticais (montantes). Suas dimensões nominais largura de 48, 70 ou 90 mm¹, conforme Figura 04, determinam a espessura final da parede e devem ser idênticas às dos montantes.

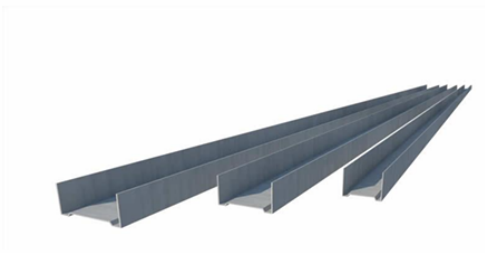
¹ Essa informação foi obtida no Memorial descritivo do projeto de vedação vertical em drywall (AVN-DRY-PE-060-MEMD) da empresa TECOMAT ENGENHARIA para a Construtora FAMA e cedida para uso neste trabalho.

Figura 04 – Estrutura Guias

Guias:

Utilizadas para assegurar a união entre os montantes.

- 48 x (30 ± 2,0) x 3000 mm
- 70 x (30 ± 2,0) x 3000 mm
- 90 x (30 ± 2,0) x 3000 mm



Fonte: Tecomat, 2023

São os perfis verticais com seção em formato de "C" (enrijecido). Funcionam como os "pilares" da vedação, sendo responsáveis por estruturar a parede e receber a fixação das chapas de gesso². São encaixados verticalmente dentro das guias, geralmente com uma modulação (distanciamento entre eixos) padrão de 400 mm ou 600 mm², conforme Figura 05.

Figura 05 – Estrutura Montantes

Montantes:

Utilizados para a formação de estrutura das paredes.

- 48 x (35 ± 1,0) x 3000 mm
- 70 x (35 ± 1,0) x 3000 mm
- 90 x (35 ± 1,0) x 3000mm



Fonte: Tecomat, 2023

Cantoneira perfil em "L" (Figura 06) utilizada para o reforço e acabamento de cantos externos (quinas), protegendo-os contra impactos mecânicos e garantindo um acabamento reto³

² Essa informação foi obtida no Memorial descritivo do projeto de vedação vertical em drywall (AVN-DRY-PE-060-MEMD) da empresa TECOMAT ENGENHARIA para a Construtora FAMA e cedida para uso neste trabalho.

³ Essa informação foi obtida no Memorial descritivo do projeto de vedação vertical em drywall (AVN-DRY-PE-060-MEMD) da empresa TECOMAT ENGENHARIA para a Construtora FAMA e cedida para uso neste trabalho.

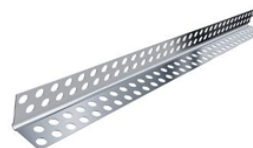
Figura 06 - Estrutura Cantoneira Perfurada

Cantoneira perfurada:

Utilizada para acabamento e proteção de cantos eternos.

- 23 X 23 X 3000 mm
- 28 X 28 X 3000mm

*Espessura de 0,43 mm

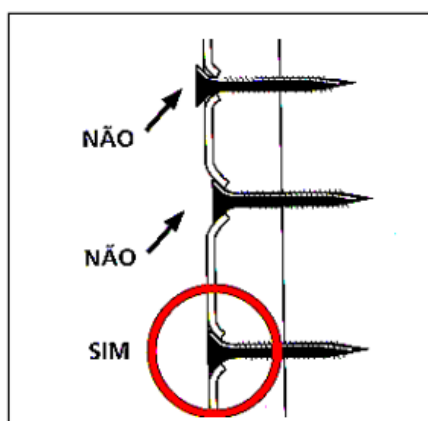


Fonte: Tecomat, 2023

2.2.4 Fixações

Os parafusos de fixação constituem elementos essenciais no sistema drywall, sendo responsáveis por garantir a união mecânica entre as chapas de gesso acartonado e os perfis metálicos⁴. A seleção e o uso desses componentes são rigorosamente definidos pela ABNT NBR 15758-1:2019. A referida norma estabelece que os parafusos devem possuir geometria e comprimento adequados ao tipo de chapa e à espessura dos perfis metálicos de modo a garantir a devida fixação (Figura 07), sem comprometer a integridade das chapas.

Figura 07 – Fixação Ideal dos Parafusos



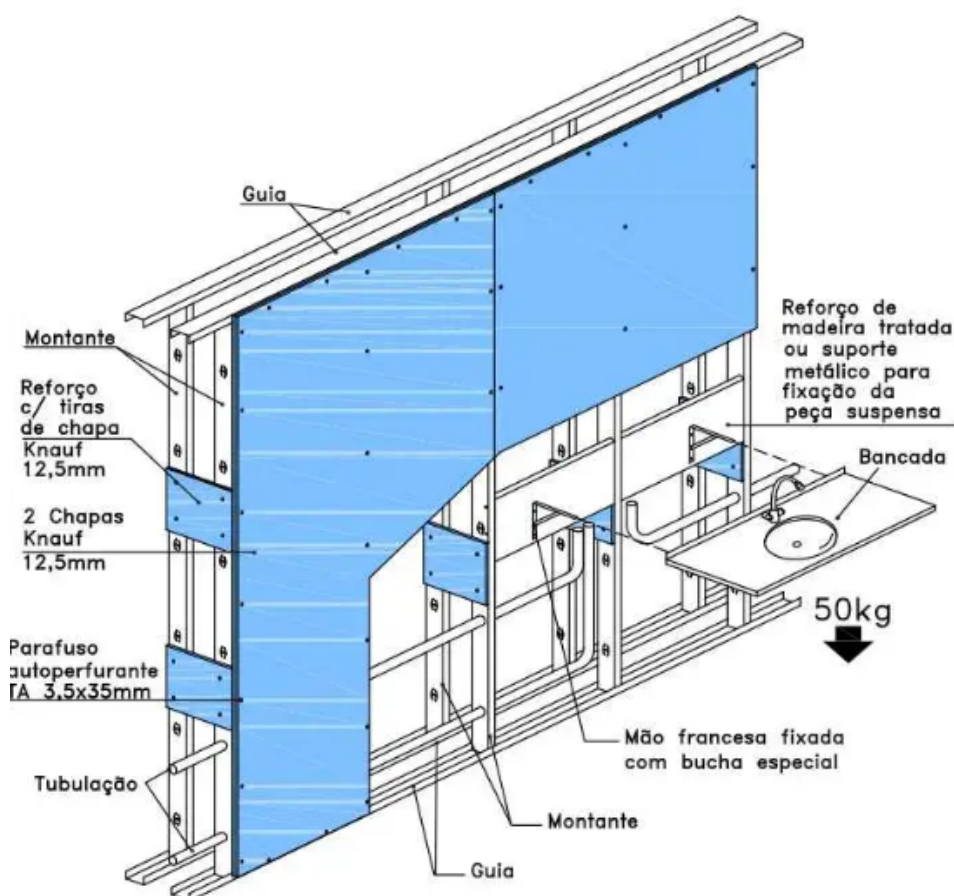
Fonte: Tecomat, 2023

⁴ Essa informação foi obtida no Memorial descritivo do projeto de vedação vertical em drywall (AVN-DRY-PE-060-MEMD) da empresa TECOMAT ENGENHARIA para a Construtora FAMA e cedida para uso neste trabalho.

2.2.5 Reforços para Fixação de Cargas

Os reforços de drywall são elementos adicionais incorporados à estrutura metálica com a finalidade de aumentar a resistência local e permitir a fixação de cargas suspensas, como armários, bancadas, suportes e televisores. Normalmente são compostos por madeira compensada instalados entre os montantes verticais. Sua instalação deve ocorrer conforme o projeto executivo e os pontos de fixação previstos. O dimensionamento dos reforços deve considerar o peso do objeto a ser fixado, o tipo de carga (pontual ou distribuída) e o método de ancoragem. De acordo com a ABNT NBR 15758-1:2019, é imprescindível garantir que os reforços não interfiram no desempenho acústico e térmico do sistema, mantendo o isolamento entre os elementos estruturais.

Figura 08 – Fixação de Cargas

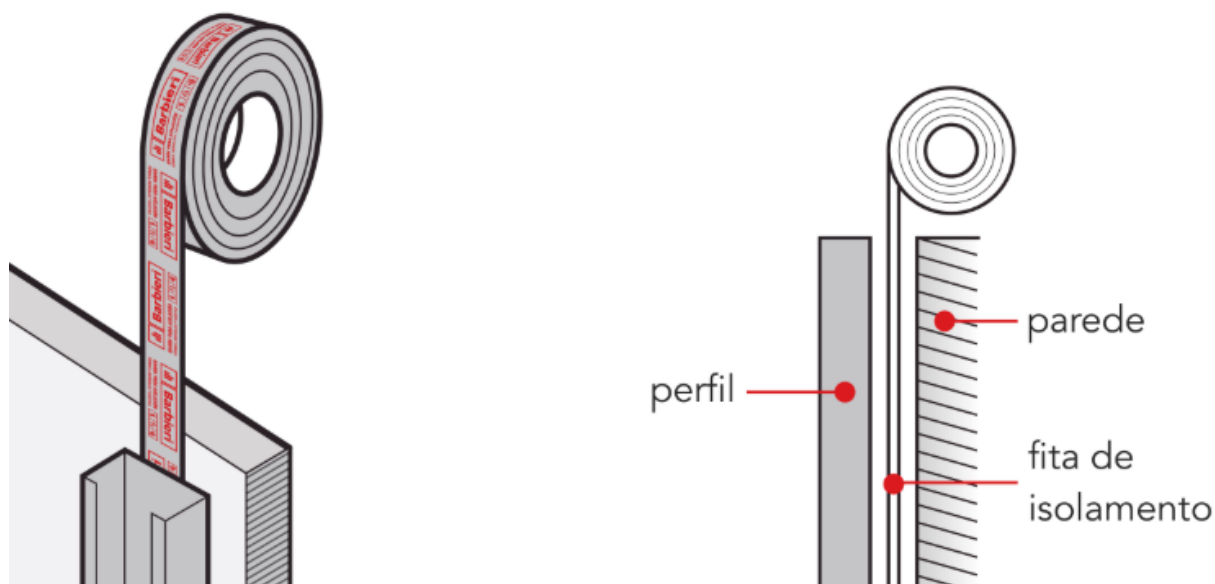


Fonte: Arquitetura.Viva Decora, 2024

2.2.6 Banda Acústica

As fitas e bandas acústicas são componentes utilizados para melhorar o desempenho sonoro e a estanqueidade do sistema drywall, reduzindo a transmissão de vibrações entre as paredes e os elementos estruturais adjacentes (como pisos, tetos e pilares). Essas fitas, são aplicadas na base dos perfis guia (de piso e de teto) antes da fixação mecânica conforme Figura 09, funcionando como barreira acústica e vedação contra poeira e possíveis infiltrações.

Figura 09 – Banda Acústica

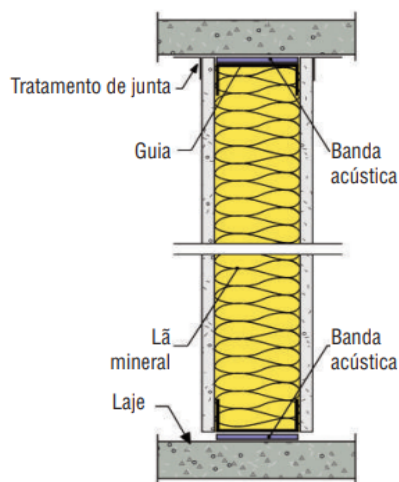


Fonte: Barbieri, 2024

2.2.7 Isolamento Interno

O desempenho termoacústico da divisória pode ser incrementado com a adição de material isolante na cavidade interna (vão) do sistema. Entre os materiais mais recomendados para esta aplicação, destacam-se a lã de rocha e a lã de vidro. Embora ambos tenham a mesma funcionalidade, diferem em sua matéria-prima e no processo de fabricação (Figura 10).

Figura 10 – Sistema de Isolamento com Lã de Vidro



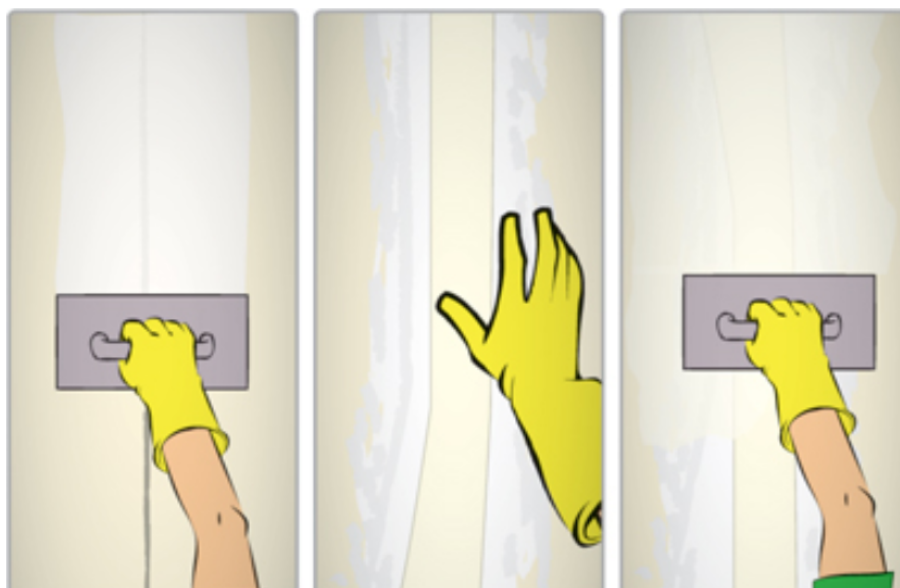
Fonte: Gypsum, 2015

2.2.8 Massa para tratamentos de juntas

As massas para juntas são produtos desenvolvidos especificamente para o sistema drywall, são usadas para garantir a integridade e a uniformidade da superfície, estando disponível nas versões em pó ou prontas para uso, conforme ilustrado na Figura 11.

Para prevenção de fissuras, a massa é aplicada em conjunto com uma fita de reforço. Embora existam outras alternativas, a fita de papel microperfurado é o material recomendado pela NBR 15758-2: 2012 e pelos principais fabricantes do sistema.

Figura 11 – Sistema de Isolamento com Lã de Vidro



Fonte: Gypsum, 2015

2.2.9 Recomendações Gerais para Manuseio e Armazenamento

As chapas devem ser empilhadas sobre apoios, deve-se manter o alinhamento das chapas para evitar distorções. Os materiais devem ser estocados em locais secos e abrigados, longe de fontes de umidade e intempéries, conforme Figura 12.

Figura 12 – Armazenamento Chapas Drywall



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Os perfis metálicos devem ser armazenados em local limpo, protegido do sol e da umidade. Se necessário, deve-se evitar amassamentos ou torções nos perfis. Perfis menores sempre devem ser apoiados sobre perfis maiores para garantir sua estabilidade durante o armazenamento e transporte, conforme Figura 13.

Figura 13 – Armazenamento Perfis



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Conforme experiência do autor, as chapas podem ser transportadas manualmente e devem ser levadas na posição vertical, o transporte dos perfis metálicos deve ser feito com o uso de luvas de proteção. Em casos de maior volume, o transporte pode ser realizado com empilhadeiras. Em locais potencialmente sujeitos à umidade, como áreas externas ou de difícil ventilação, os componentes do drywall devem ser protegidos adequadamente para evitar danos.

2.2.10 Processo executivo das vedações em paredes drywall.

De acordo com Nicomedes e Qualharini (2003), a execução de paredes de drywall exige um planejamento minucioso, respeitando as especificações do projeto, a escolha adequada dos materiais e a sequência rigorosa das etapas de execução para garantir a qualidade e a funcionalidade da edificação.

Antes de iniciar os serviços, é essencial garantir a compatibilidade entre os projetos estrutural, de vedação e de instalações. Todos os serviços prévios, como alvenarias, revestimentos e regularizações gerais, devem ser concluídos, conforme Figura 14. As

superfícies devem ser devidamente niveladas, acabadas e limpas para que a instalação das guias de drywall ocorra de forma precisa.

Figura 14 – Pavimento pronto para receber o Drywall

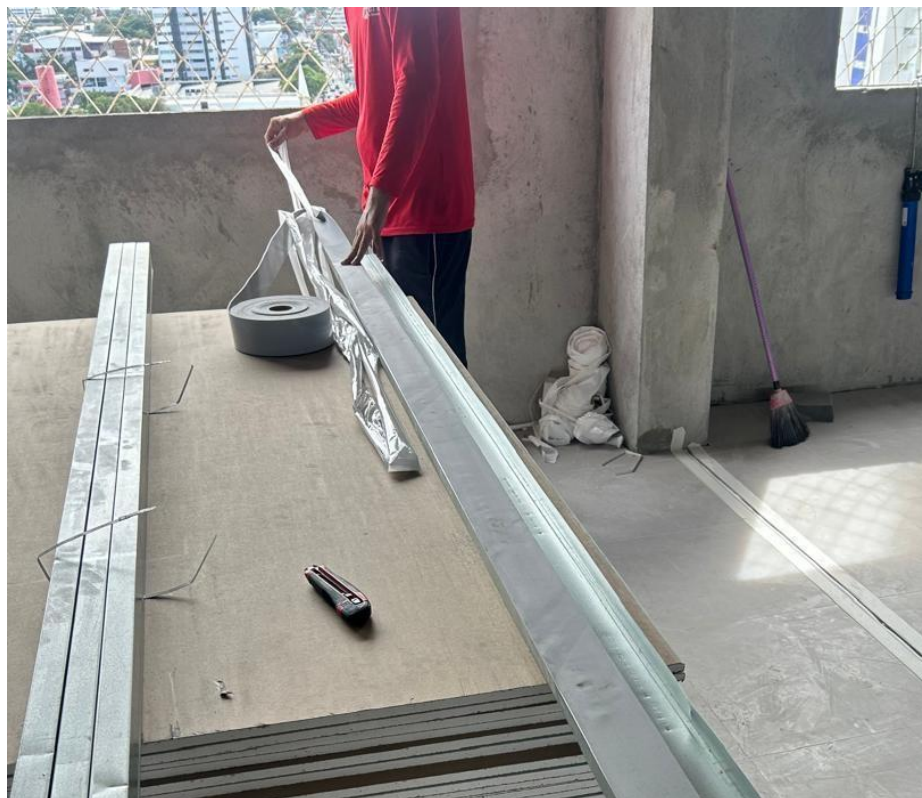


Fonte: Elaborado pelo próprio autor

A marcação das paredes deve ser executada conforme projeto de locação, que indica as cotas de referência, como pilares e paredes adjacentes. Com o auxílio de lápis, linha de marcação, prumo, nível a laser e trena, deve-se marcar a localização das guias no piso e no teto, além dos pontos de referência dos vãos das portas. Deve-se também atentar para interferências com elementos estruturais. Caso haja desalinhamento entre a locação das paredes e os elementos estruturais, é necessário ajustar a locação das paredes para garantir a integridade do layout.

Após definir as marcações, as guias são fixadas na parede, no piso e no teto, conforme o traçado estabelecido em projeto. A execução adequada desta etapa assegura o desempenho estrutural e dimensional do sistema drywall, contribuindo diretamente para a durabilidade e qualidade do conjunto construtivo. Quando prevista a utilização de banda acústica, é necessário que seja colada previamente na base das guias (Figura 15), garantindo o contato contínuo entre o perfil e a superfície de fixação.

Figura 15 – Colagem de banda acústica nos guias

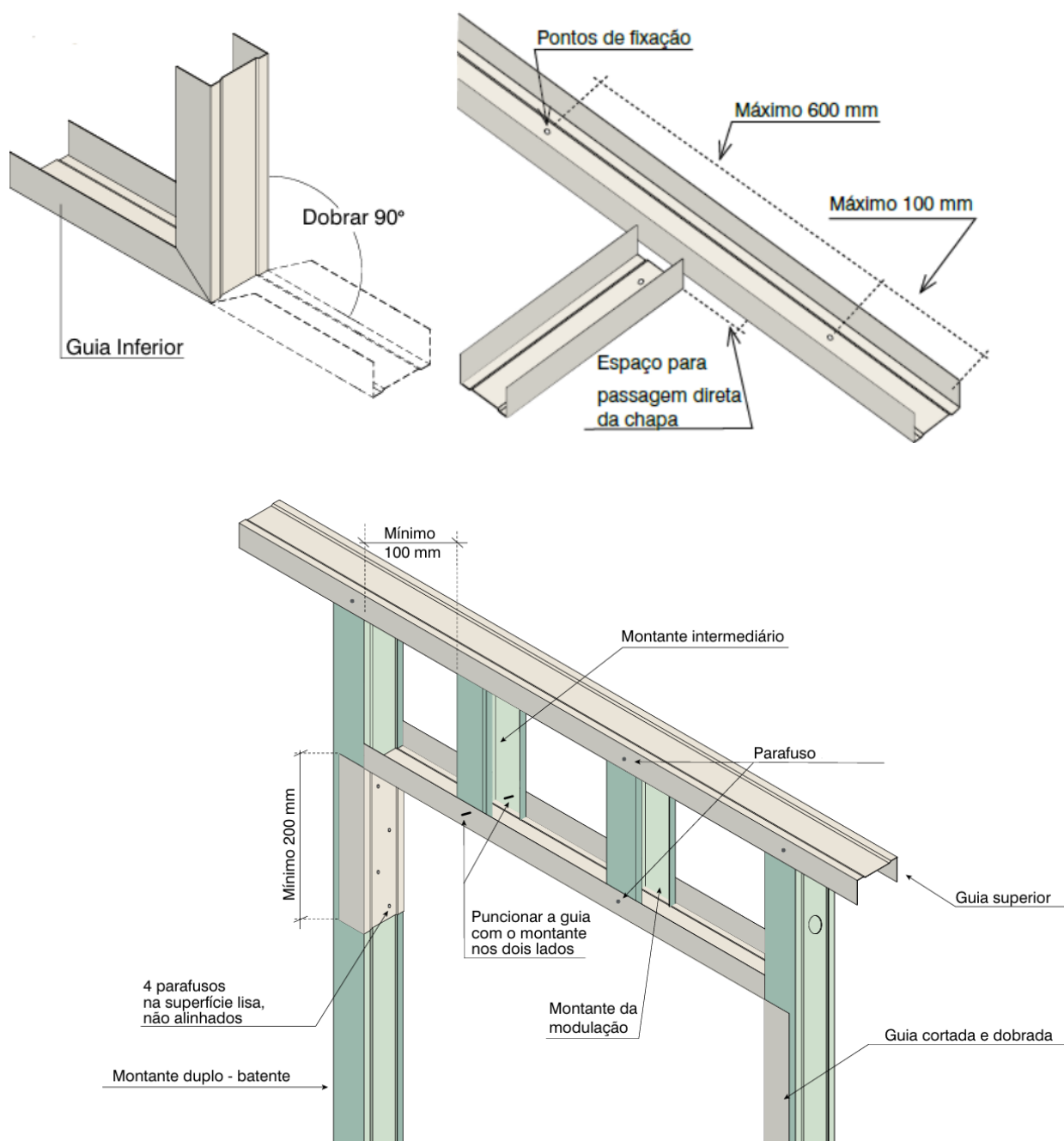


Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Após a aplicação da banda, procede-se à fixação das guias superior e inferior à estrutura (piso, teto e parede). O espaçamento máximo entre os pontos de fixação deve ser de 60 cm, conforme recomendações da ABNT NBR 15758-1:2020.

A fixação das guias deve ser realizada com parafusos e buchas adequadas ao tipo de substrato (concreto, alvenaria ou estrutura metálica), respeitando um espaçamento máximo de 60 cm entre os pontos de fixação. É imprescindível verificar o alinhamento e o nivelamento das guias antes da fixação definitiva. Nos encontros em “L” ou “T”, deve-se manter o espaçamento necessário para a inserção das chapas de drywall, evitando contato direto entre perfis que possam gerar ruídos estruturais ou fissuras nas juntas, conforme Figura 16.

Figura 16 – Fixação das guias



Fonte: Manual Técnico Trevo, 2016

Os montantes de partida devem ser fixados nas paredes laterais com, no mínimo, três pontos de ancoragem por perfil. O encaixe dos montantes nas guias superior e inferior deve respeitar a modulação prevista em projeto, geralmente 60 cm entre eixos conforme Figura 17, podendo variar conforme o tipo de parede.

Figura 17 – Estrutura montantes



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

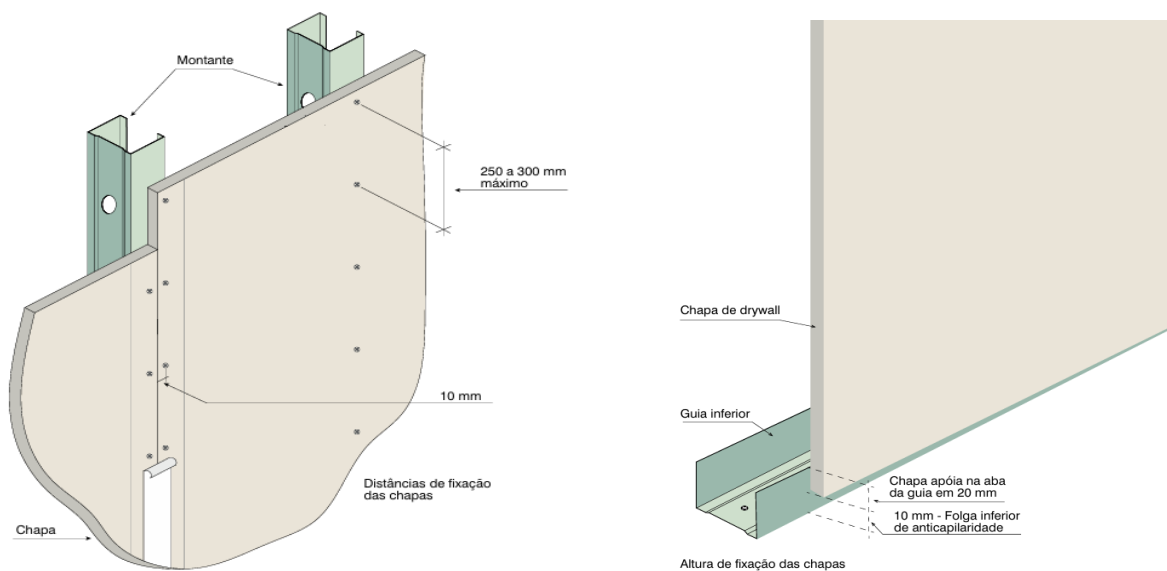
Com a estrutura metálica (guias e montantes) devidamente instalada, nivelada e aprumada, começa a etapa de plaqueamento, que consiste na fixação das chapas de gesso acartonado em uma das faces da vedação.

As chapas de gesso acartonado podem ser instaladas tanto na posição vertical quanto horizontal, conforme o projeto executivo e a modulação dos montantes. Independentemente da orientação adotada, recomenda-se manter um afastamento mínimo de 10 mm entre a base das chapas e o piso, prevenindo a absorção de umidade capilar e o consequente comprometimento da integridade do gesso⁵, conforme o detalhamento do projeto de acabamento ilustrado na Figura 18.

⁵ Essa informação foi obtida no Memorial descritivo do projeto de vedação vertical em drywall (AVN-DRY-PE-060-MEMD) da empresa TECOMAT ENGENHARIA para a Construtora FAMA e cedida para uso neste trabalho.

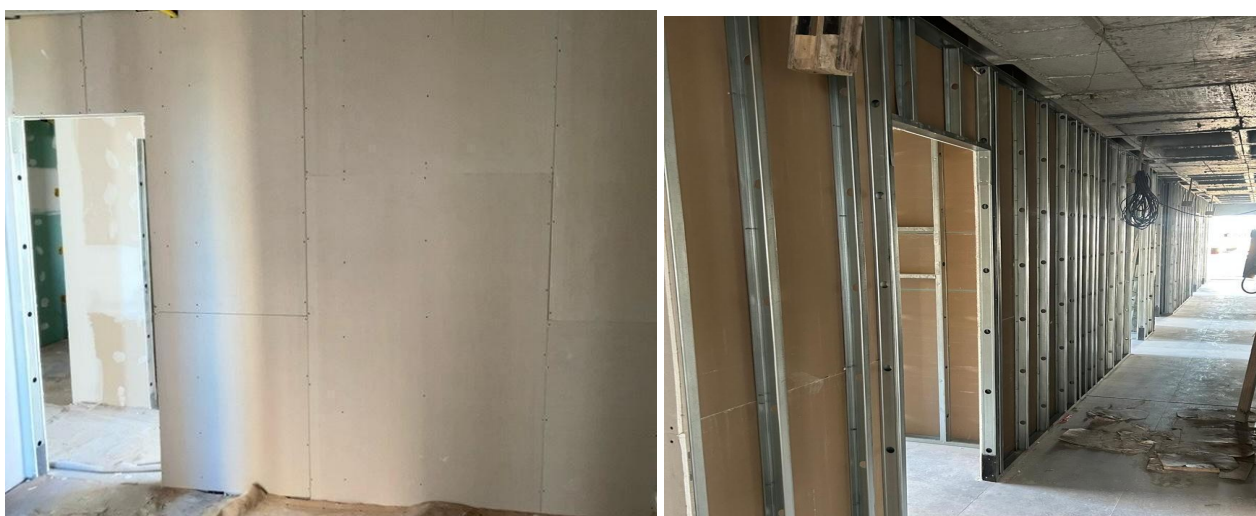
Durante o processo de fechamento, deve-se ter especial atenção ao posicionamento das juntas entre as chapas, que representam as regiões mais suscetíveis a fissuras e deslocamentos, conforme Figura 19.

Figura 18 – Fixação das guias



Fonte: Manual Técnico Trevo, 2016

Figura 19 – Fechamento primeira face



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Os reforços devem ser instalados após o fechamento da primeira face e antes da

instalação do isolamento e fechamento da segunda face. O reforço é inserido na cavidade da parede e posicionado por trás da estrutura, de modo que sua face sobreponha às abas dos montantes conforme Figura 20. A definição das faixas de reforço, é prevista em planta de elevação, sendo possível identificar cotas de altura e largura, de todos os pontos de fixação, garantindo que os equipamentos previstos recaiam sobre a área de compensado.

Figura 20 – Fixação de reforço



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

A execução de subsistemas (elétrico, hidrossanitário e telecomunicação) dentro de paredes corresponde aos conjuntos de componentes que são incorporados ao interior da vedação conforme Figura 21, mas que não pertencem diretamente à vedação em drywall.

O diâmetro dos eletrodutos e tubulações deve ser compatível com a espessura da parede e com a folga necessária para o plaqueamento, a passagem de tubulações deve ser realizada em pontos previstos em projeto, conforme o memorial da Tecomat, 2023, recomenda-se não passar tubulações (hidráulica ou eletrodutos) por trás dos reforços de

madeira. Isso evita a perfuração accidental da tubulação no futuro, ao se instalar o móvel. As instalações devem contornar o reforço, passando acima ou abaixo dele.

Figura 21 – Instalações gerais



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Introduzir o isolante no vão entre montantes, pela face aberta da parede, ajustando a peça de modo que ela preencha toda a altura útil da cavidade⁶. As peças devem ficar em contato contínuo com os montantes e com a face interna da chapa já instalada, sem formar dobras, bolsas de ar excessivas ou áreas vazias (Figura 22).

⁶ Essa informação foi obtida no Memorial descritivo do projeto de vedação vertical em drywall (AVN-DRY-PE-060-MEMD) da empresa TECOMAT ENGENHARIA para a Construtora FAMA e cedida para uso neste trabalho.

Figura 22 – Instalação isolante termoacustico



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

O fechamento da segunda face, análogo ao procedimento adotado para a primeira face descrito no item 2.4.5, constitui a etapa final da montagem estrutural da parede, tanto em sistemas de chapa simples quanto em paredes de dupla chapa, sendo executado somente após a conclusão e a devida verificação de todas as instalações, reforços, subsistemas e do isolamento termoacústico em lã mineral.

O tratamento de juntas é a etapa de acabamento da superfície do drywall. Este processo é executado após o fechamento completo da parede (ambas as faces). O tratamento das juntas entre placas, se inicia com a aplicação de massa de juntas diretamente sobre a emenda entre chapas. Enquanto a massa ainda estiver úmida, posicionar a fita de papel microperfurado ao longo dos encontros entre chapas (Figura 23).

Figura 23 – Tratamento de juntas e parafusos



Fonte:Elaborado pelo próprio autor

2.3 ALVENARIA CONVENCIONAL DE BLOCO CERÂMICO

A utilização da cerâmica como material construtivo remonta às civilizações antigas, quando o homem buscava soluções mais duráveis e resistentes para a edificação de abrigos e estruturas permanentes. Segundo Bauer (2008), a cerâmica é um dos materiais mais antigos utilizados pelo homem, tendo sua origem ligada ao domínio do fogo e à necessidade de endurecer a argila para garantir maior longevidade às construções.

No Brasil, os blocos cerâmicos começaram a ser utilizados ainda no período colonial e, ao longo do tempo, tornaram-se predominantes nas edificações de pequeno e médio porte. Essa difusão deve-se principalmente à ampla disponibilidade de argila no território nacional, ao custo acessível e à facilidade de execução do sistema, que dispensa o uso de equipamentos complexos e mão de obra altamente especializada (Sabbatini, 1988). Com o avanço das técnicas de fabricação, esse material passou a apresentar melhor desempenho físico, dimensional e térmico, consolidando-se como uma solução de fechamento eficiente e de baixo custo.

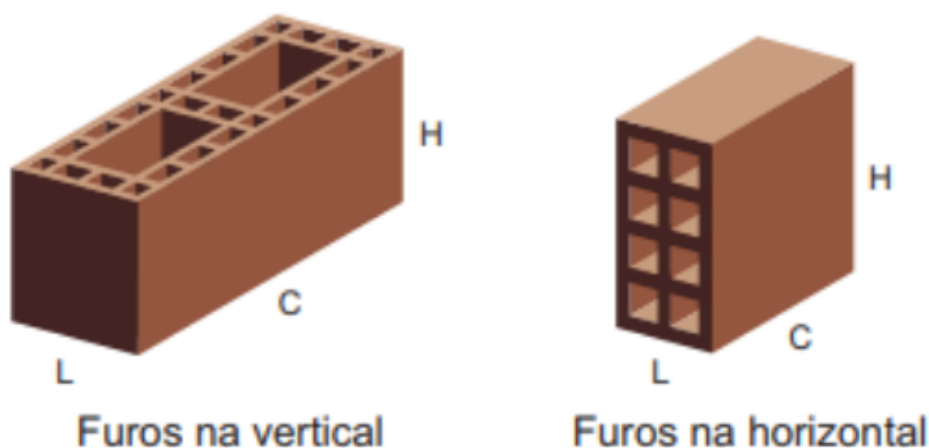
De acordo com Azevedo (1997), a alvenaria mais comum é a de tijolos de barro cozido, obtidos pela mistura de argila e pedra arenosa. Após a preparação da pasta, o material é moldado e submetido a um processo de queima em fornos. Segundo o autor, um tijolo de qualidade deve apresentar coloração homogênea, superfícies bem acabadas e arestas vivas e retilíneas.

Os requisitos mínimos de desempenho dos blocos cerâmicos utilizados em alvenaria são estabelecidos pela ABNT NBR 15270-1:2005, que define suas características técnicas, parâmetros dimensionais e aspectos de conformidade visual. Segundo a norma, o bloco cerâmico é um componente de alvenaria formado por paredes e septos que delimitam furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm, podendo esses vazios estarem orientados tanto na direção vertical quanto na horizontal, de acordo com o tipo e a função do bloco.

2.3.1 Blocos

Conforme a ABNT NBR 15270-1:2005, as dimensões de fabricação devem obedecer à modulação dimensional padronizada (Figura 24), corresponder a largura (L), altura (H) e comprimento (C), garantindo uniformidade construtiva, intercambialidade entre fabricantes e compatibilidade com os demais elementos da alvenaria.

Figura 24 – Blocos cerâmicos de Vedação



Fonte: Código de práticas nº 01: alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, 2009

Segundo a ABNT NBR 15270-1:2005, essas dimensões devem ser correspondentes a múltiplos ou submúltiplos do módulo básico de 10 cm, considerando-se a espessura média das

juntas de argamassa, resultando em um módulo construtivo efetivo de $M = 9$ cm. As dimensões nominais dos blocos cerâmicos são muito variáveis, portanto, pode-se escolher a dimensão que melhor se adapta ao seu projeto, utilizando a Tabela 02.

Tabela 02 – Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação

L x H x C	Largura (L)	Altura (H))	Comprimento (C)
(1) M x (1) M x (2) M	9	9	19
(1) M x (1) M x (5/2) M	9	9	24
(1) M x (3/2) M x (2) M	9	14	19
(1) M x (3/2) M x (5/2) M	9	14	24
(1) M x (3/2) M x (3) M	9	14	29
(1) M x (2) M x (2) M	9	19	19
(1) M x (2) M x (5/2) M	9	19	24
(1) M x (2) M x (3) M	9	19	29
(1) M x (2) M x (4) M	9	19	39
(5/4) M x (5/4) M x (5/2) M	11,5	11,5	24
(5/4) M x (3/2) M x (5/2) M	11,5	14	24
(5/4) M x (2) M x (2) M	11,5	19	19
(5/4) M x (2) M x (5/2) M	11,5	19	24
(5/4) M x (2) M x (3) M	11,5	19	29
(5/4) M x (2) M x (4) M	11,5	19	39
(3/2) M x (2) M x (2) M	14	19	19
(3/2) M x (2) M x (5/2) M	14	19	24
(3/2) M x (2) M x (3) M	14	19	29
(3/2) M x (2) M x (4) M	14	19	39
(2) M x (2) M x (2) M	19	19	19
(2) M x (2) M x (5/2) M	19	19	24
(2) M x (2) M x (3) M	19	19	29
(2) M x (2) M x (4) M	19	19	39
(5/2) M x (5/2) M x (5/2) M	24	24	24
(5/2) M x (5/2) M x (3) M	24	24	29

2.3.2 Características

A ABNT NBR 15270-1:2023 estabelece exigências específicas quanto às características visuais e dimensionais dos blocos cerâmicos, visando assegurar a qualidade e a uniformidade do material empregado nas alvenarias. Para que um lote de blocos cerâmicos seja considerado conforme à norma, todos os critérios de integridade superficial, regularidade geométrica e ausência de defeitos visuais, conforme ilustrado na Tabela 03, devem ser atendidos integralmente.

Tabela 03 – Blocos cerâmicos de vedação

Características visuais	Não apresentar quebras, superfícies irregulares ou deformações
Forma	Prisma reto
Tolerância dimensional individual relacionada à dimensão efetiva	$\pm 5 \text{ mm}$
Tolerância dimensional relacionada à média das dimensões efetivas	$\pm 3 \text{ mm}$
Espessura das paredes internas dos blocos	$\geq 6 \text{ mm}$
Espessura das paredes externas dos blocos	$\geq 7 \text{ mm}$
Desvio em relação ao esquadro	$\leq 3 \text{ mm}$
Planeza das faces	Flecha $\leq 3 \text{ mm}$
Resistência à compressão (área bruta)	$\geq 1,5 \text{ MPa}$
Índice de absorção de água (AA)	$8\% \leq AA \leq 22\%$

Fonte: Tomaz, 2009

Esses procedimentos são essenciais para garantir o atendimento aos padrões de desempenho, assegurando que os blocos cerâmicos apresentem qualidade, durabilidade e comportamento uniforme nas edificações em que são aplicados.

2.3.3 Argamassa

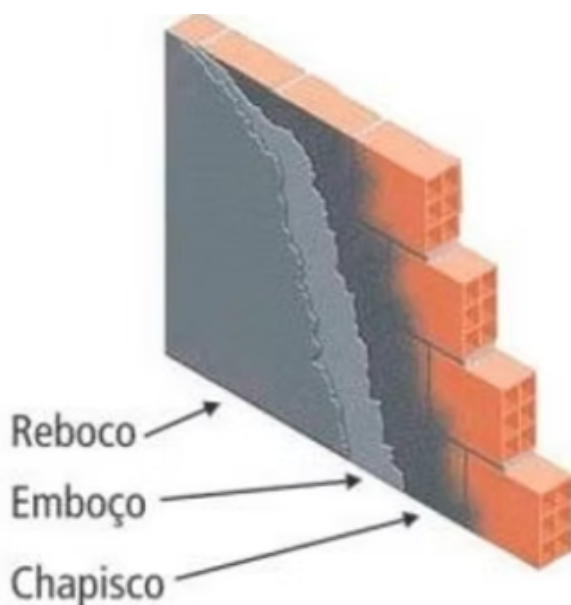
Conforme estabelecido pela ABNT NBR 13529:2013, a argamassa é uma mistura homogênea de agregados miúdos, aglomerantes inorgânicos e água, contendo ou não aditivos, com propriedades de aderência e endurecimento. Na alvenaria, esse material é essencial para garantir a estanqueidade e a estabilidade mecânica do conjunto, atuando na distribuição de esforços entre os componentes de alvenaria. No que tange aos revestimentos, a argamassa

assume papel crítico na proteção da edificação e no conforto do usuário, sendo que a seleção correta dos seus constituintes é determinante para evitar manifestações patológicas e assegurar a vida útil prevista para o sistema

A argamassa de assentamento tem como principal função garantir a união dos blocos cerâmicos, proporcionando adesão e estabilidade à alvenaria. De acordo com a ABNT NBR 13281:2005, essa argamassa deve apresentar adequada trabalhabilidade, resistência à compressão e controle de retração, para evitar fissuras nas juntas de assentamento. É essencial que a argamassa de assentamento seja aplicada de maneira uniforme, evitando lacunas e irregularidades nas juntas. Além disso, a espessura da camada de argamassa deve ser controlada, geralmente variando entre 8mm e 12mm, dependendo do tipo de bloco e da técnica de assentamento adotada (Sabbatini, 1988).

Diferente da argamassa de assentamento, a de revestimento é aplicada sobre as superfícies da alvenaria (paredes e tetos) para protegê-las, regularizá-las e fornecer o acabamento final. Esse sistema é tradicionalmente executado em três camadas (Figura 25) sucessivas: chapisco, emboço e reboco.

Figura 25 – Etapas Argamassa de Revestimento



Fonte: ConcretizeJR, 2009

- Chapisco: É a primeira camada, com espessura de 3 a 5 mm. Sua principal função é criar uma superfície rugosa que sirva como "ponte de aderência" eficaz entre a base

(alvenaria) e o emboço (Selmo, 1989).

- Emboço: Aplicado sobre o chapisco, o emboço é uma camada mais espessa (10 a 15 mm) destinada a regularizar a superfície, corrigindo imperfeições, nivelando e aprumando a parede (Zullian *et al.*, 2002).
- Reboco: Corresponde à camada final de acabamento do sistema de revestimento, sendo responsável por criar uma superfície lisa e uniforme (NBR 13529, 2013)

A escolha correta do tipo de argamassa, tanto para assentamento quanto para revestimento, deve considerar não apenas as propriedades do material cerâmico, mas também fatores como condições climáticas, tipologia do ambiente (interno ou externo), e os requisitos de desempenho esperados.

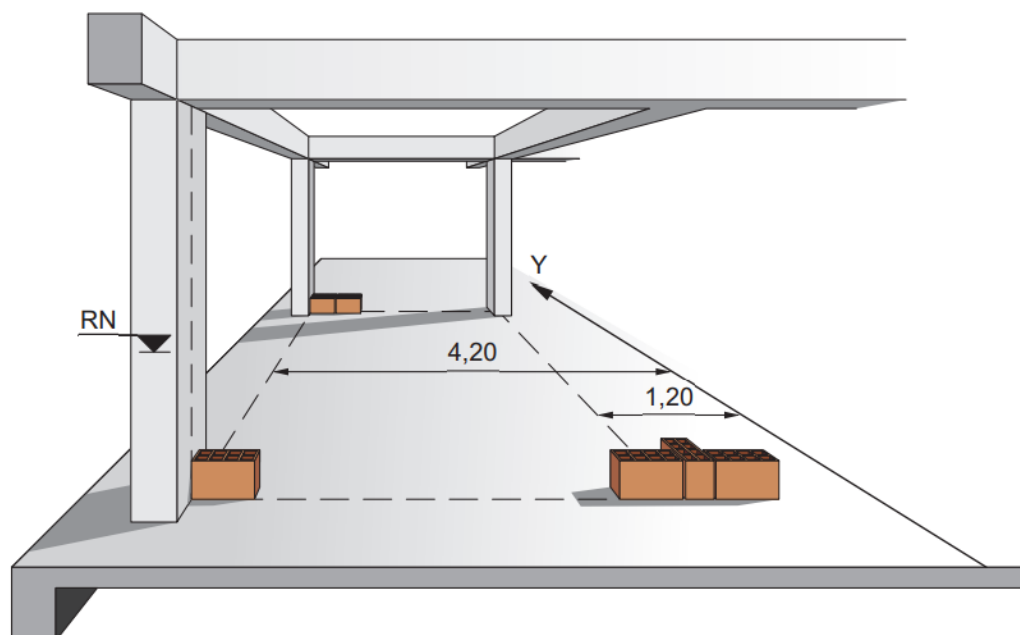
2.3.4 Processo de execução de alvenaria de blocos cerâmicos

Sendo um processo executivo amplamente utilizado, a alvenaria de blocos cerâmicos apresenta diversas técnicas de execução. Visando padronizar e nortear esta etapa construtiva, a ABNT NBR 8545:1984 estabelece os métodos para sua correta realização.

Antes do início da execução da alvenaria, é fundamental garantir que todas as providências logísticas e de segurança tenham sido tomadas, como a instalação de bandejas de proteção, o empilhamento de blocos, disponibilização de equipamentos e recorte prévio das telas de ligação com a estrutura (Thomaz *et al.*, 2009).

A locação da primeira fiada é uma das etapas mais críticas da execução da alvenaria, pois sua qualidade define o padrão para todo o painel, incluindo a modulação, o nivelamento das fiadas subsequentes e o alinhamento de vãos (Thomaz *et al.*, 2009). Para essa fase, é imprescindível o uso da planta baixa de modulação do setor, que deve indicar as cotas de locação e a posição dos blocos (Figura 26).

Figura 26 - Marcação das paredes a partir dos eixos de referência

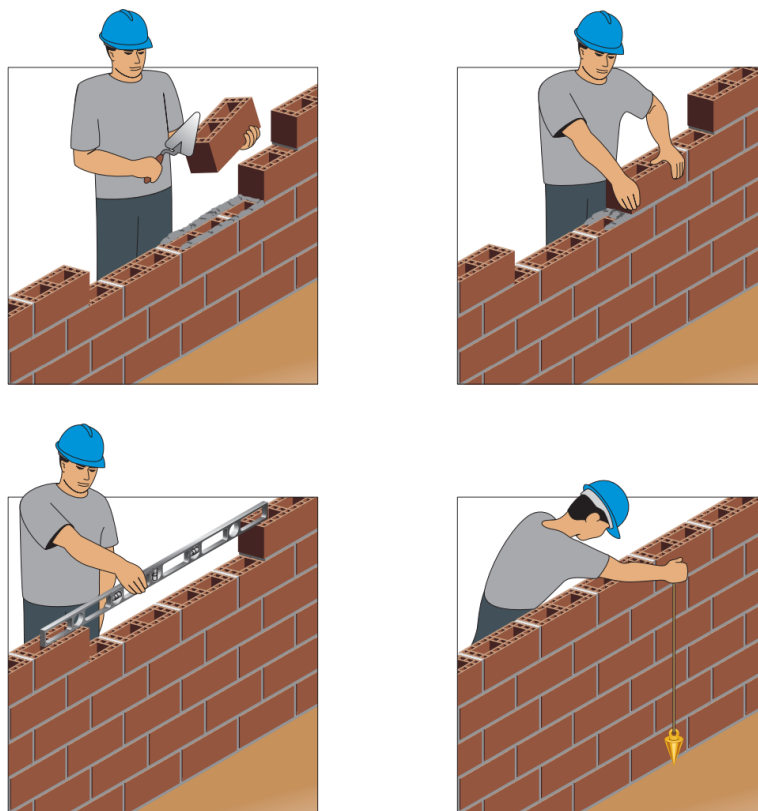


Fonte: Thomaz *et al.*, 2009

A base onde os blocos serão assentados deve estar previamente executada, e a marcação das paredes deve respeitar rigorosamente as juntas de dilatação e a modulação horizontal.

Após a marcação da primeira fiada, o processo segue com a distribuição uniforme da argamassa de assentamento. A elevação das paredes deve seguir as plantas de elevação individuais para cada tipo de parede, e é recomendável que as paredes do mesmo pavimento sejam executadas simultaneamente, com a finalidade de não carregar a estrutura de forma desequilibrada (Thomaz *et al.*, 2009).

Figura 27 - Controle do prumo das paredes e do nível das fiadas

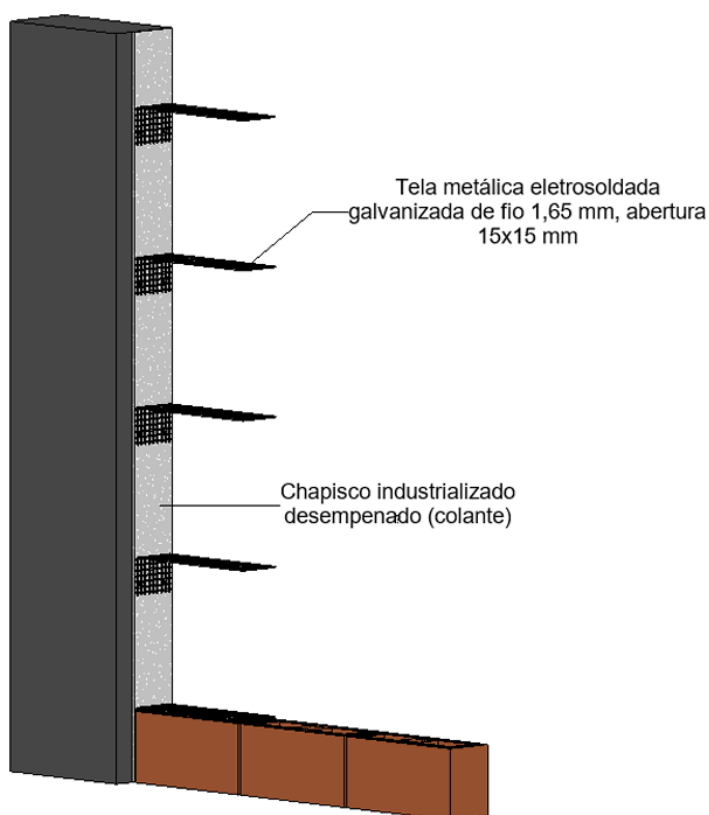


Fonte: Thomaz *et al.*, 2009

A ligação da estrutura com a alvenaria, bem como a amarração entre as paredes por meio de tela metálica, deve seguir indicação em projeto. Adicionalmente, a cada duas fiadas, ou conforme projeto, é necessário a fixação de telas metálicas nos pilares (Figura 28), em formato de “L”, com 1/5 da sua extensão (10 cm) em contato com a estrutura, e os 4/5 restantes (40 cm) inseridos na argamassa horizontal de assentamento dos blocos.⁷

⁷ Essa informação foi obtida no Memorial descritivo do projeto de vedação vertical em drywall (AVN-DRY-PE-060-MEMD) da empresa TECOMAT ENGENHARIA para a Construtora FAMA e cedida para uso neste trabalho.

Figura 28 - Fixação de telas metálicas nos pilares



Fonte: Tecomat, 2023

É importante assegurar que o encontro entre alvenaria e pilar esteja adequadamente preenchido, sendo necessária aplicação de argamassa na face externa do bloco que entrará em contato com a estrutura durante o assentamento.

O revestimento das paredes tem como principal finalidade proteger, regularizar e preparar as superfícies da alvenaria para o recebimento do acabamento final, além de contribuir para a estanqueidade, durabilidade e estética da edificação. Esse sistema é tradicionalmente composto por três camadas sucessivas de argamassa: chapisco, emboço e reboco, aplicadas de forma contínua e controlada para garantir a aderência e o desempenho mecânico do conjunto, conforme evidenciado no tópico 2.2.3.2 Argamassa de Revestimento.

A fixação da alvenaria à estrutura de concreto (respaldo de vigas e lajes) na parte superior deve ser realizada com argamassa de encunhamento, ou conforme a especificação do projetista. O processo de fixação deve ser executado cuidadosamente para evitar a

transferência de cargas dos elementos estruturais para as paredes de vedação, especialmente em edifícios de grande altura. É recomendável que essa etapa seja iniciada pelos andares superiores até atingir os pavimentos mais abaixo, em nenhuma hipótese essa fixação deve ser executada antes que a parede do andar superior esteja construída.⁸

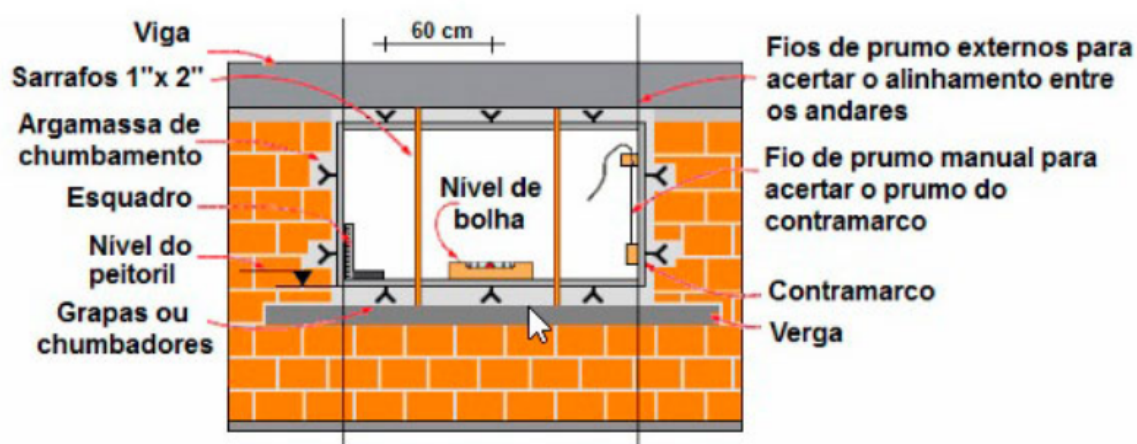
A fase final do grauteamento deve ser feita com graute de alta fluidez, utilizando funil ou caneca para o preenchimento dos blocos grauteados. As barras de aço horizontais devem ser posicionadas nas canaletas de graute e fixadas com resina epóxi, garantindo a aderência e a segurança estrutural da parede. A fixação deve ser realizada conforme a projeção do projeto e as recomendações da norma técnica, respeitando sempre as cotas de altura e as especificações de detalhamento.⁹

A execução dos vãos para portas e janelas deve respeitar o alinhamento, prumo e nível, evitando cortes ou ajustes indevidos que possam comprometer a estabilidade local. Conforme a ABNT NBR 8545:1984, os vãos devem ser reforçados com vergas e contravergas adequadamente dimensionadas para a redistribuição dos esforços. É essencial garantir o travamento firme dos marcos e o preenchimento adequado das folgas laterais com argamassa ou selante flexível, a fim de evitar infiltrações e permitir a movimentação térmica natural dos materiais, conforme Figura 29.

⁸ Essa informação foi obtida no Memorial descritivo do projeto de vedação vertical em drywall (AVN-DRY-PE-060-MEMD) da empresa TECOMAT ENGENHARIA para a Construtora FAMA e cedida para uso neste trabalho.

⁹ Essa informação foi obtida no Memorial descritivo do projeto de vedação vertical em drywall (AVN-DRY-PE-060-MEMD) da empresa TECOMAT ENGENHARIA para a Construtora FAMA e cedida para uso neste trabalho.

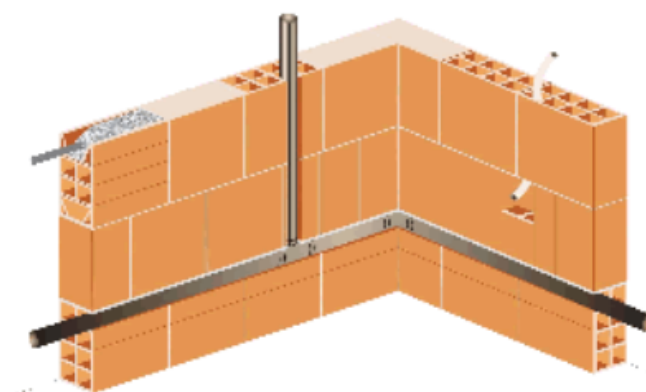
Figura 29 - Instalação de marcos e verga



Fonte: Portal do Alumínio, 2020

Já o embutimento de tubulações pode ser realizado diretamente nos furos dos blocos cerâmicos, respeitando a modulação e evitando recortes desnecessários. Para a instalação de tubulações hidráulicas e elétricas, é importante seguir as especificações do projeto e garantir que os furos não comprometam a estabilidade da alvenaria. Em locais onde há necessidade de rasgos ou cortes, recomenda-se o uso de ferramentas adequadas, como serra circular diamantada, para garantir precisão e qualidade na instalação dos sistemas prediais.¹⁰

Figura 30 - Tubulações embutidas alvenaria



Fonte: Thomaz *et al.*, 2009

¹⁰ Essa informação foi obtida no Memorial descritivo do projeto de vedação vertical em drywall (AVN-DRY-PE-060-MEMD) da empresa TECOMAT ENGENHARIA para a Construtora FAMA e cedida para uso neste trabalho.

2.4 SUSTENTABILIDADE

Na perspectiva histórica, nos anos 1980, o foco predominante das organizações concentrava-se no desempenho econômico e na eficiência das operações, enquanto os efeitos sociais e ambientais de seus processos produtivos não eram ponderados. Nas décadas seguintes, contudo, esse cenário se alterou com o amadurecimento de uma consciência ecológica e social mais ampla, o que passou a gerar, por parte de consumidores, governos e outros atores sociais, uma demanda crescente por modelos produtivos menos agressivos ao meio ambiente (Tucker, 2007).

O termo sustentabilidade, teve sua definição atrelada ao relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), que define desenvolvimento sustentável como aquele que “satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades” (CMMAD, 1991). A partir dessa formulação, o termo passou a ser considerado uma compilação de parâmetros ambientais, sociais e econômicos, frequentemente vinculados à lógica do triple bottom line (tripé da sustentabilidade), que hoje fundamentam a avaliação de desempenho de produtos, serviços e sistemas construtivos.

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, 2024), quando esse debate é deslocado para a construção civil, o setor é considerado um dos principais vetores de pressão ambiental. Relatórios da *Global Status Report for Buildings and Construction*, indicam que edificações e construções foram responsáveis, em 2022, por cerca de 37 % das emissões de CO₂ relacionadas a processos industriais. Esses indicadores evidenciam que as escolhas de materiais, técnicas construtivas e modelos de ocupação do espaço urbano têm impacto direto sobre o consumo de recursos naturais, emissões de gases de efeito estufa e a geração de resíduos ao longo de todo o ciclo de vida das edificações.

Nessa linha, o conceito de construção sustentável é desenvolvido como resposta a esse quadro e procuram orientar projetos, especificações e processos executivos que reduzam impactos ambientais, melhorem o desempenho energético, promovam condições adequadas de conforto e saúde aos usuários e simultaneamente preservem a viabilidade econômica no setor da construção civil. A adoção de indicadores torna-se fundamental para que o discurso da sustentabilidade seja traduzido em critérios de comparação entre sistemas construtivos diferentes. Entre esses instrumentos, destaca-se a Análise de Ciclo de Vida (ACV), que

permite avaliar, de forma sistemática, os impactos associados a produtos e sistemas ao longo de suas diferentes etapas de existência. Em ACV, esse impacto costuma ser expresso em dióxido de carbono equivalente (CO_2e), medida que compara as emissões de diferentes gases de efeito estufa ao convertê-las na quantidade de CO_2 com o mesmo potencial de aquecimento global (Eurosta, 2023).

2.5 ANÁLISE DE CICLO DE VIDA (ACV)

A ACV tem se apresentado como uma abordagem reconhecida internacionalmente, que avalia o potencial impacto de produtos e serviços na saúde humana e no meio ambiente, ao longo de todo o seu ciclo de vida, incluindo a extração de matérias-primas, transporte, produção, uso e destinação final (Klupffer, 1998). Essa ferramenta tem sido cada vez mais utilizada pela indústria da construção civil para avaliar e comparar o desempenho ambiental de edificações, materiais de construção e técnicas construtivas (Cabeza *et al.*, 2014).

As bases conceituais e metodológicas da ACV seguem as diretrizes das normas ABNT NBR ISO 14040:2006 e ABNT NBR ISO 14044:2006, que estabelecem, respectivamente, os princípios gerais e os requisitos e procedimentos operacionais para estudos.

2.5.1 Conceito de ACV

A ACV é definida como uma técnica para compilar e avaliar, de forma sistemática, as entradas, saídas e os potenciais impactos ambientais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida (Chehebe, 1997). O “sistema de produto” compreende todos os processos interligados necessários para que uma função específica seja desempenhada (Anton, 2017), como, por exemplo, o fechamento vertical de uma edificação, incluindo extração de matérias-primas, produção, transporte, fase de uso, manutenção e destinação final.

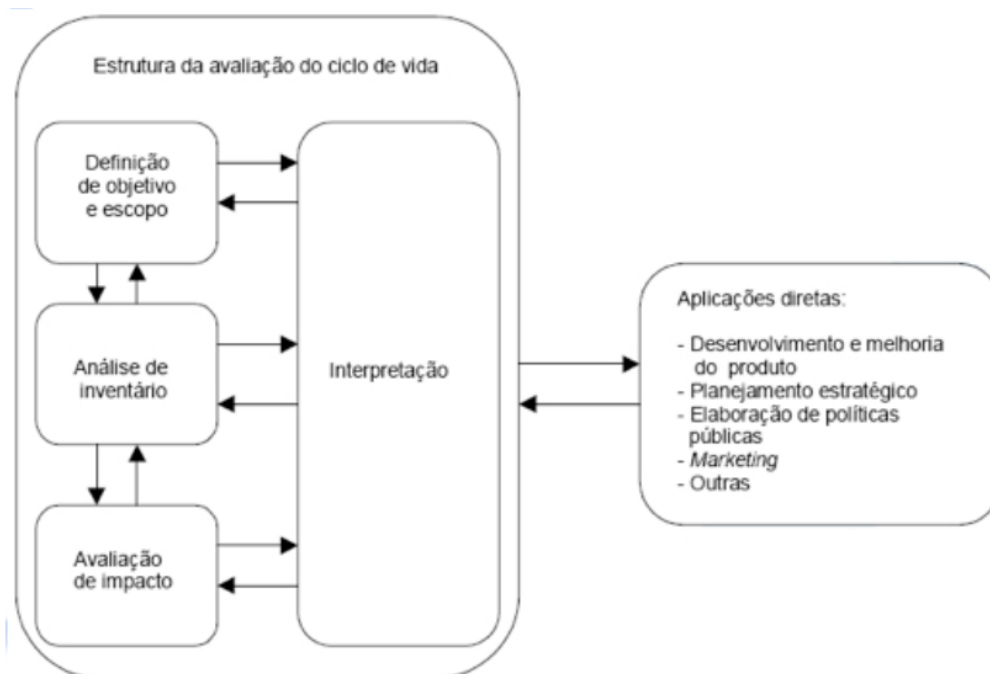
No âmbito da construção civil, revisões de literatura indicam que a aplicação da ACV em edificações evoluiu de estudos pontuais para análises sistemáticas de componentes como sistemas de vedação, estruturas e envoltórias, com destaque para o papel de materiais intensivos em impactos associados, como cimento, aço e cerâmica (Cabeza *et al.*, 2014).

2.5.2 Etapas da ACV

A série ABNT NBR ISO 14040:2006 descreve quatro fases principais e inter-relacionadas: Definição de objetivo e escopo; Análise de inventário do ciclo de vida

(ICV); Avaliação de impactos do ciclo de vida (AICV); Interpretação (Figura 31).

Figura 31 – Fases de uma ACV.



Fonte: adaptado de ABNT NBR ISO 14040, 2009

Essas fases não são estritamente sequenciais. Trata-se de um processo iterativo em que ajustes de escopo, dados e premissas podem ser necessários à medida que os resultados são obtidos e analisados (Horta *et al.*, 2023).

A estrutura proposta para as ACV em construção civil é compatível com normas específicas para declarações ambientais de produtos, em especial a ABNT NBR 14025:2021 e a EN 15804:2019, que define regras de categoria de produto (Product Category Rules – PCR) e um conjunto harmonizado de módulos de ciclo de vida e indicadores ambientais obrigatórios para declarações ambientais de produtos da construção, aumentando a transparência e a comparabilidade entre estudos e entre diferentes sistemas construtivos (Condeixa, 2013).

Nesta etapa, é fundamental explicitar de forma precisa o propósito do estudo, de modo a viabilizar a aplicação adequada da metodologia. Devem ser apresentadas as razões que justificam a realização da ACV e o público a que os resultados se destinam.

O objetivo deve traduzir uma compreensão ampliada do sistema analisado, permitindo

identificar etapas críticas do processo e apontar oportunidades de melhoria (Cabral, 2019). Nessa fase também são fixados a unidade funcional, as fronteiras do sistema, o horizonte temporal de análise, as limitações do estudo e as principais premissas adotadas, elementos que orientam a seleção de dados e o nível de detalhamento necessário em cada aplicação (Condeixa, 2013).

No que se refere ao escopo, esta etapa delimita o sistema ou produto que será avaliado, explicitando quais processos passam a fazer parte do estudo e quais ficam fora das fronteiras definidas. Em termos práticos, o escopo descreve as principais características funcionais do sistema, bem como as limitações assumidas pelo pesquisador, servindo de referência para a seleção de dados, o nível de detalhamento dos processos e a forma de apresentação dos resultados (Condeixa, 2013).

Nas aplicações em edificações, a definição de escopo costuma dialogar diretamente com a estrutura modular proposta pela EN 15978 (Quadro 01), que organiza o ciclo de vida em estágios padronizados (A1–A3, A4–A5, B, C e D), nas quais se discriminam os impactos por estágio de produto (A1–A3), construção (A4–A5), uso e manutenção (módulos B), fim de vida (módulos C) e benefícios além dos limites do sistema, associados à reciclagem e recuperação de materiais (módulo D) (Horta *et al.*, 2023) .

Quadro 01 – Módulos do Ciclo de Vida

Módulo	Etapas do Ciclo de Vida
A1 - A3 (Etapa de produto)	A1) Extração e processamento de matérias-primas
	A2) Transporte
	A3) Produção
B (Etapa de utilização)	B2) Manutenção
	B3) Reparação
	B4) Substituição
	B5) Reabilitação
	B6) Energia consumida em fase operacional
C (Etapa de fim de vida)	B7) Água consumida em fase operacional
	C1) Desconstrução e demolição
	C2) Transporte do produto
	C3) Processamento dos resíduos
D (Benefícios e cargas ambientais para além da fronteira do sistema)	C4) Eliminação dos resíduos
	D) Potencial de reutilização, reciclagem e valorização

Fonte: EN 15978, 2011

Conforme a ABNT NBR ISO 14044:2009 a ICV consiste em quantificar todos os fluxos relevantes de entrada (matérias-primas, energia, água) e de saída (emissões, efluentes, resíduos) associados ao sistema ao longo das etapas definidas no escopo.

Segundo Condeixa (2013), às informações resultantes da análise de inventário do ciclo de vida dão subsídios para o aprimoramento do processo produtivo, criando oportunidades de melhoria de desempenho ambiental de um produto, processo ou serviço.

Os dados de inventário podem ser obtidos a partir de medições em campo, projetos

executivos, memoriais descritivos, relatórios de fabricantes, bancos de dados consolidados e declarações ambientais de produto (DAPs), devendo-se observar a representatividade geográfica e temporal desses dados (Anton, 2017).

Os resultados do inventário são convertidos em categorias de impacto ambiental, como potencial de aquecimento global, acidificação, eutrofização, esgotamento de recursos e outros, por meio de modelos de caracterização reconhecidos (EN 15804, 2019).

A literatura destaca que as categorias de impacto mais utilizadas em estudos de ACV incluem, entre outras, mudança climática, depleção da camada de ozônio, acidificação, eutrofização, formação de foto-oxidantes, depleção de recursos abióticos (minerais, fósseis), uso de recursos hídricos e diferentes tipos de toxicidade humana e ecotoxicidade (Anton, 2017). Após a seleção, os fluxos do inventário são organizados qualitativamente por meio da classificação, distribuindo emissões e consumos de recursos nas categorias de impacto relevantes; em seguida, realiza-se a etapa quantitativa em que se aplicam fatores de caracterização derivados de modelos de causa-efeito para calcular os impactos potenciais associados a cada categoria (Cabral, 2019).

Na prática os cálculos que transformam os balanços de massa e energia do inventário em indicadores de impacto são realizados com apoio de métodos implementados em softwares e plataformas de ACV. Horta *et al.* (2023), por exemplo, empregam o método ReCiPe 2016 em ambiente OpenLCA para avaliar três sistemas de fechamento vertical, enquanto Condeixa (2013) utiliza indicadores derivados do Ecoindicator 99 para comparar paredes internas em alvenaria e em drywall.

De modo semelhante, outros estudos em setores distintos, como a cogeração com biomassa (Anton, 2017) e a produção de queijo de cabra (Cabral, 2019) foram elaborados, de forma a evidenciar fluxos físicos de materiais e energia em informações sintéticas e comparáveis sobre o desempenho ambiental dos mais diversos sistemas.

2.5.3 Ferramentas computacionais para modelação e análise de ACV

A operacionalização da ACV é melhor desempenhada, pelo uso de ferramentas especializadas, capazes de integrar bases de dados de inventário, implementar métodos de avaliação de impacto e organizar os resultados. Destacam-se ferramentas computacionais, como SimaPro, GaBi e OpenLCA, utilizados tanto em pesquisas acadêmicas quanto em

estudos encomendados pela indústria.

No setor de edificações, ganham destaque plataformas desenvolvidas especificamente para a área da construção, que incorporam módulos e bibliotecas de dados voltados a materiais, elementos e tipologias da construção civil. O software europeu One Click LCA, insere-se nesse contexto como uma solução orientada à modelagem de edifícios, infraestrutura e produtos de construção, oferecendo módulos para estruturar a ACV.

3 TÉCNICAS E EXPERIMENTOS

3.1 INTRODUÇÃO À METODOLOGIA DE PESQUISA

De acordo com os objetivos desta pesquisa, adotou-se uma estratégia metodológica de estudo de caso, com a combinação de abordagens quantitativa e qualitativa. O trabalho analisou os potenciais impactos decorrentes da adoção de sistemas de vedação interna em drywall e em alvenaria convencional na realidade específica do empreendimento selecionado, tendo como eixo central a avaliação da sustentabilidade ambiental dos sistemas por meio da aplicação da ACV e pela análise de indicadores de circularidade dos materiais.

Essa etapa foi complementada por uma comparação técnica entre os sistemas, pela investigação de seus impactos econômicos e por uma análise pontual da contribuição das cargas permanentes das vedações sobre a estrutura da edificação, sem pretensão de esgotar o dimensionamento estrutural. A integração entre dados quantitativos (desempenho, custos, cargas e indicadores ambientais) e interpretação qualitativa fundamentada na prática da construção civil constitui, assim, a base da metodologia científica adotada para a comparação entre as soluções de vedação interna.

3.1.1 Caracterização do objeto de estudo

Situada na Região Nordeste do Brasil, no estado de Pernambuco, a edificação vertical foi selecionada como objeto de estudo com base no ano de 2025. Localizado em Jaboatão dos Guararapes, o prédio é constituído por 17 (dezessete) pavimentos e pode ser visualizado conforme Figura 32.

Figura 32 – Fachada posterior e lateral esquerda



Fonte: Arqconsult, 2024

A construção trata-se de um empreendimento multifamiliar de uso residencial com aproximadamente 60 metros de altura. A edificação é composta por pavimento térreo, três vazados (garagem), doze pavimentos-tipo, área de lazer e uma cobertura, totalizando 151 unidades habitacionais e uma área de vedação de 15709,04m². A edificação apresenta uma particularidade ideal para a base da pesquisa, sua vedação interna foi projetada e executada em drywall. Este cenário permite a elaboração de uma análise direta e comparativa entre a metodologia construtiva adotada e o sistema convencional de blocos cerâmicos, permitindo assim a definição de dois eixos de análise:

- **Cenário 1** : Corresponde ao sistema efetivamente executado na obra, com vedações internas em drywall.
- **Cenário 2** : Simula a substituição do sistema de drywall por alvenaria convencional. Os dados para este modelo foram extraídos de projetos e da base de dados do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção (SINAPI), especificações técnicas de fabricantes e pela experiência do autor com o método construtivo.

Para garantir a precisão do estudo, todas as demais premissas construtivas (estrutura, fundações, vedação externa e sistemas complementares), foram mantidas inalteradas. Essa delimitação foi crucial para assegurar que as diferenças observadas nos resultados das análises

resultem unicamente da escolha do sistema de vedação interna adotada na edificação.

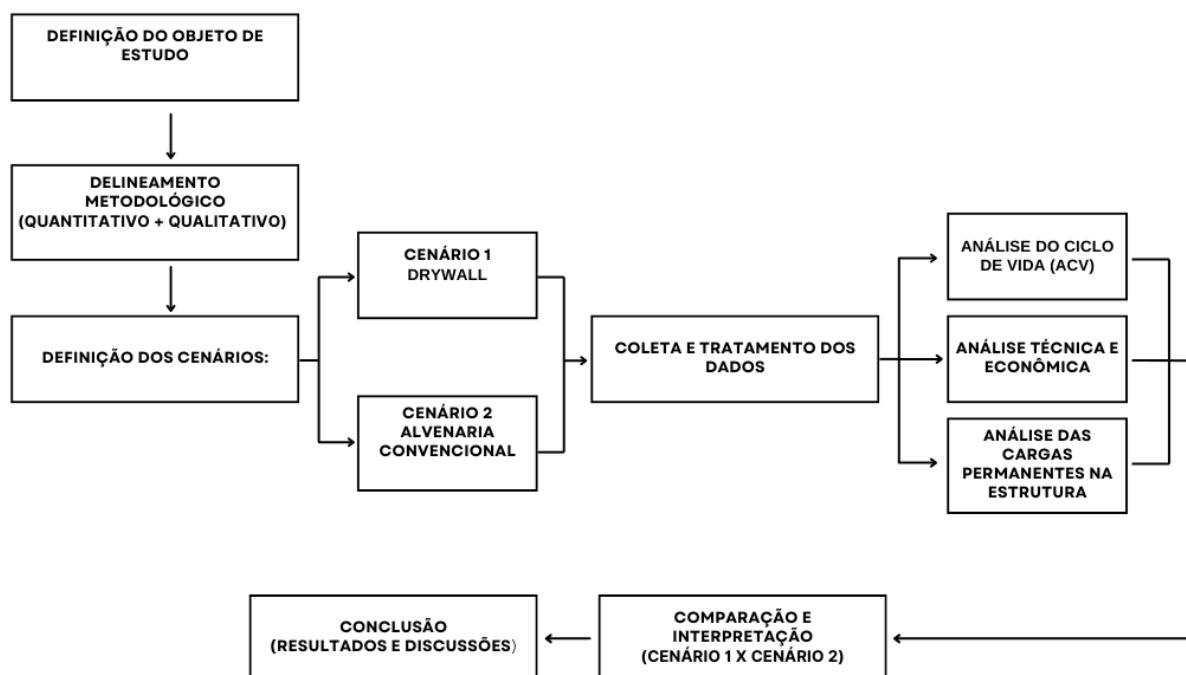
3.1.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi estruturada na condição do autor como participante ativo da equipe de engenharia do objeto de estudo, que permitiu o acesso direto a fontes de dados primários, tanto documentais quanto empíricos. O acompanhamento contínuo das atividades de implantação das vedações internas em drywall, desde a marcação e locação até a instalação final e acabamentos, permitiu a consolidação do quantitativo de insumos, cronometragem e levantamento de produtividade, registro fotográfico e ajustes necessários durante sua execução.

Complementado pelo acervo de documentos técnicos do edifício, incluindo projetos executivos de arquitetura e compatibilização de sistemas, laudos técnicos de desempenho acústico e térmico, memoriais descritivos e especificações técnicas da obra.

Com base nesses dados, foram estabelecidos três fundamentos analíticos: Análise de Ciclo de Vida (ACV), em que o levantamento focou na compilação do Inventário do Ciclo de Vida (ICV) para ambos os cenários; Comparativo Técnico e Econômico que exigiu, a análise qualitativas sobre a execução e desempenho e coleta de quantitativos de custo e tempo; bem como a Análise de Impacto Estrutural, que avaliou de forma prática e estipulada a determinação das cargas permanentes impostas por cada sistema de vedação à estrutura do edifício, expondo uma perspectiva completa de seus benefícios, aplicações e diferenças. A sequência lógica da coleta de dados pode ser observada na Figura 33.

Figura 33 – Fluxograma Metodológico do Estudo de Caso.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

3.2 ANÁLISE DE CICLO DE VIDA E IMPACTOS AMBIENTAIS

A ACV foi utilizada como procedimento quantitativo para avaliar e comparar os impactos ambientais associados aos sistemas de vedação interna em estudo, toda a análise foi estruturada conforme as normas ABNT NBR ISO 14040:2009 e ABNT NBR ISO 14044:2009.

A modelagem considerou dados de inventário alinhados à norma europeia EN 15804:2019, associados ao conjuntos de dados do tipo DAP (Declarações Ambientais de Produto), conforme disponibilizado pelos módulos de cálculo Level(s) ACV+A2, da plataforma One Click LCA.

3.2.1 Objetivo e escopo da ACV

A ACV desenvolvida neste estudo teve como objetivo principal comparar o perfil de impacto ambiental dos sistemas de vedação interna em drywall e alvenaria convencional de blocos cerâmicos, com o intuito de quantificar e contrastar os potenciais impactos associados a cada sistema, principalmente os índices de aquecimento global (GWP-TOTAL) associados a

cada metodologia construtiva, a fim de subsidiar decisões que contribuam para a sustentabilidade em edificações verticais.

A unidade funcional adotada foi 1m² de vedação, que permitiu a comparação em base equivalente de impactos para ambos os cenários, para um horizonte temporal de 50 anos. Os limites do sistema foram definidos segundo a abordagem *cradle-to-site* (Berço ao Canteiro de Obras), que engloba os módulos A1- A5:

1. A1 – Extração de matérias-primas;
2. A2 – Transporte até a indústria;
3. A3 – Fabricação dos componentes;
4. A4 – Transporte até a obra;
5. A5 – Instalação no canteiro.

As fases de uso e operação (Módulo B), fim de vida (Módulo C) e benefícios e cargas além dos limites do sistema (Módulo D) não foram incluídas. Essa delimitação justifica-se pela intenção de concentrar o estudo nas fases de produção e execução, nas quais se concentram os principais impactos ambientais relacionados ao consumo de recursos naturais e à emissão de poluentes.

3.2.2 Análise de Inventário (ICV)

O ICV consiste no levantamento e quantificação de todos os fluxos de entrada (matérias-primas) e saída (resíduos, emissões) para cada um dos sistemas construtivos analisados, dentro dos limites estabelecidos na seção anterior. Os dados de ambos os cenários foram modelados na plataforma One Click LCA, que converte os fluxos de materiais em unidades equivalentes de impacto ambiental por meio da aplicação de fatores de emissão padronizados para cada insumo.

Para a fase de extração de matéria-prima (A1), transporte até a indústria (A2) e a fabricação dos componentes (A3), foram utilizados dados secundários. Sempre que existiram conjuntos de dados representativos da realidade brasileira, esses foram priorizados e, na ausência deles, adotaram-se produtos internacionais compatíveis com o contexto do estudo.

No cenário em drywall, foram contabilizados apenas os insumos placas de gesso acartonado, perfis metálicos e lã mineral, por se tratarem dos materiais de maior participação em massa na concepção das paredes e por disporem de inventários específicos na base de

dados do One Click LCA. Outros materiais pertinentes, como reforços de fibra de madeira de média densidade (MDF), não foram incluídos na modelagem, pois não se encontravam disponíveis entre os dados de entrada da plataforma One Click LCA. Para o cenário em alvenaria, a modelagem contemplou os blocos cerâmicos e as argamassas de assentamento e revestimento, igualmente selecionados por sua relevância quantitativa e pela disponibilidade de dados na plataforma.

De forma geral, produtos de baixa participação massiva não foram contabilizados, de modo a manter o foco da análise nos materiais de maior volume e, consequentemente, de maior influência no resultado global dos impactos ambientais das vedações.

Os dados de transporte dos materiais do portão da fábrica até o canteiro de obras foram levantados com base em dados primários. O inventário desta etapa seguiu as informações reais coletadas na execução da obra, a partir do mapeamento da rota dos fornecedores e o tipo de veículo utilizado para entrega dos produtos no canteiro.

A fase de instalação foi delimitada como o período compreendido entre a execução completa das paredes (montagem das vedações) e o momento imediatamente anterior à aplicação dos revestimentos finais, tais como pinturas, porcelanatos ou outros acabamentos superficiais. O consumo de materiais auxiliares de canteiro, bem como o uso de energia diretamente associado à execução das vedações, foi desconsiderado, em razão da dificuldade de mensuração precisa desses dados.

3.2.3 Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida (AICV)

Com base no inventário compilado na etapa anterior, realizou-se a AICV gerada automaticamente pelo One Click LCA que converteu os fluxos de entrada e saída em indicadores quantitativos de impacto ambiental potencial. Essa etapa permitiu mensurar e comparar o desempenho ambiental dos dois sistemas de vedação por meio de indicadores de sustentabilidade, expressos em valores absolutos e percentuais de impacto para cada categoria e para cada sistema analisado. Os resultados obtidos possibilitaram a comparação direta entre as soluções e a identificação dos indicadores de maior contribuição para o impacto global.

- Potencial de aquecimento global – fóssil (Global Warming Potential – fóssil, GWP-fóssil): expressa o potencial de aquecimento global associado às emissões de gases de efeito estufa de origem fóssil (combustão de combustíveis fósseis, processos

industriais etc.), em kg CO₂ equivalente.

- Potencial de aquecimento global – biogênico (Global Warming Potential – biogenic, GWP-biogenic): representa o impacto climático relacionado aos fluxos de carbono biogênico, isto é, emissões e remoções associadas a materiais de origem vegetal ou outros recursos renováveis (por exemplo, biomassa, madeira), também em kg CO₂ equivalente.
- Potencial de aquecimento global – uso e mudança de solo (Global Warming Potential – land use and land use change, GWP-LULUC): indica o potencial de aquecimento global decorrente de emissões ligadas a mudanças de uso e ocupação do solo (desmatamento, conversão de áreas naturais em áreas agrícolas, urbanização), em kg CO₂ equivalente.
- Potencial de aquecimento global total (Total Global Warming Potential, GWP-total): corresponde à soma dos três componentes anteriores (GWP-fossil, GWP-biogenic e GWP-LULUC), fornecendo uma visão agregada do impacto da mudança climática do sistema avaliado.
- Potencial de destruição da camada de ozônio (Ozone Depletion Potential, ODP-A2): mede o potencial de destruição da camada de ozônio estratosférico associado a substâncias como clorofluorcarbonos (CFCs) e hidroclorofluorcarbonos (HCFCs).
- Potencial de acidificação (Acidification Potential, AP-A2): quantifica a tendência de emissões atmosféricas em acidificar solos e corpos d'água, contribuindo para chuva ácida e impactos em ecossistemas terrestres e aquáticos.
- Potencial de eutrofização – água doce, marinho e terrestre (Eutrophication Potential – freshwater, marine and terrestrial, EP-P, EP-M, EP-T): a eutrofização reflete a deposição de compostos nitrogenados em ecossistemas terrestres. Esses indicadores capturam o risco de proliferação excessiva de biomassa (como algas) e consequente perda de qualidade ambiental.
- Potencial de formação de ozônio fotoquímico (Photochemical Ozone Creation Potential, POCP): indica o potencial de formação de ozônio troposférico (“smog fotoquímico”) a partir da emissão de compostos orgânicos voláteis e óxidos de nitrogênio.
- Potencial de depleção de recursos abióticos (Abiotic Depletion Potential for Elements, ADPE): refere-se à depleção de recursos abióticos não fósseis (minerais e metais), medindo o consumo de recursos minerais finitos.
- Potencial de depleção de recursos abióticos – combustíveis fósseis (Abiotic Depletion

Potential for Fossil Fuels, ADPF): representa a depleção de recursos abióticos fósseis (carvão, petróleo, gás natural), associada ao consumo de energia não renovável.

- Uso de água (Water use): indica o uso líquido de água doce ao longo do ciclo de vida do sistema, considerando volumes efetivamente consumidos (por evaporação, incorporação ao produto ou transferência entre bacias), normalmente em m³. Embora não represente, por si só, uma “pegada hídrica” completa, fornece uma medida comparável do grau de pressão exercida sobre recursos hídricos.

3.2.4 Análise de circularidade

A análise de circularidade baseou-se no inventário de materiais elaborado para a ACV das vedações internas. A partir do conjunto de dados inseridos, foram obtidos, automaticamente para cada sistema, os indicadores de material recuperado (*material recovered*), material retornado ao ciclo produtivo (*material returned*) e percentual de circularidade (*circularity percentage*), os quais foram organizados e comparados como complemento à avaliação de sustentabilidade ambiental.

3.2.5 Interpretação dos Resultados

A fase de interpretação corresponde à etapa da ACV em que os resultados do inventário e da avaliação de impactos são analisados criticamente em relação aos objetivos do estudo. Nesta etapa, identificam-se os principais diferenciais entre os sistemas de drywall e alvenaria, bem como a relevância de cada categoria de impacto no contexto do estudo de caso. Os resultados de cada categoria são apresentados e discutidos no Capítulo 4 – Resultados e Discussão, e, a partir dessa análise, estruturam-se as conclusões do trabalho, com destaque para as implicações práticas associadas às diferenças observadas entre os sistemas.

3.3 COMPARAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA

A comparação técnica e econômica teve por objetivo avaliar a eficiência construtiva, o desempenho operacional e o custo global dos sistemas de vedação em estudo. Trata-se de uma análise comparativa de natureza mista, articulando dados quantitativos de custo e produtividade com uma interpretação qualitativa do desempenho executivo e operacional dos sistemas.

A comparação foi realizada entre os dois cenários definidos no tópico 3.1.1, e o estudo foi estruturado em duas frentes complementares, uma análise comparativa técnica, que

contemplou os aspectos qualitativos e de desempenho executivo e uma análise quantitativa orçamentária, centrada na quantificação dos custos de cada sistema.

3.3.1 Análise Técnica

A análise técnica teve por objetivo avaliar, de forma qualitativa, a adequação de uso e a eficiência operacional de cada cenário nas condições específicas do empreendimento. Trata-se de uma análise comparativa baseada em dados documentais, na qual os indicadores foram organizados e, em seguida, interpretados em termos de desempenho relativo entre os sistemas. Essa etapa foi estruturada em quatro eixos de avaliação, sintetizados no Quadro 02: características físicas e estruturais, execução e produtividade, desempenho em uso e manutenção e flexibilidade.

Quadro 02 – Indicadores técnicos e de desempenho

Características físicas e estruturais	Execução e produtividade	Desempenho funcional	Manutenção e flexibilidade
Peso próprio da parede (kg/m ²)	Produtividade (m ² /homem/dia)	Desempenho acústico (DnT,w em dB)	Facilidade de intervenção pós-obra (modificações internas)
Espessura total da vedação	Custo final por m ² (Material + Mão de Obra)	Desempenho térmico (Transmitância térmica – W/m ² ·K)	Versatilidade de acabamentos
Carga linear transmitida à laje e à fundação	Facilidade de transporte e montagem no canteiro	Resistência a impactos e umidade	Durabilidade esperada do sistema
	Volume de resíduos gerados	Resistência ao Fogo (TRRF) (min)	Necessidade de manutenção corretiva e preventiva
	Mão de obra especializada	Suporte de cargas (bancadas, armários, etc.)	Aceitação de mercado e disponibilidade
	Limitações construtivas (uso e ambiente)	Facilidade de instalação elétrica e hidráulica	
		Precisão geométrica e planeza	

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Os dados de referência para cada indicador foram definidos com base nos requisitos de desempenho estabelecidos pela ABNT NBR 15575:2013, complementados por informações obtidas em projetos executivos e descritivos do objeto de estudo, laudos e relatórios elaborados pela equipe de engenharia da obra, bem como fichas técnicas e de desempenho fornecidas pelos fabricantes.

A partir desse conjunto de informações, os parâmetros foram comparados e cada item recebeu uma nota de desempenho relativa, em escala qualitativa (“inferior”, “equivalente” ou “superior”), permitindo sintetizar o desempenho técnico comparativo entre as soluções analisadas. Os resultados dessa abordagem são apresentados e discutidos no capítulo de resultados e discussões deste trabalho.

Como delimitação técnica do escopo, estabeleceu-se que para as paredes em drywall, seriam consideradas exclusivamente chapas de gesso acartonado dos tipos Padrão Básico (ST) e Resistente à Umidade (RU), Chapas especiais, como a Resistente ao Fogo (RF), não integram a solução executiva adotada no empreendimento e, por esse motivo, foram excluídas desta etapa da análise.

3.3.2 Análise Econômica

A análise econômica serviu para determinar o custo total consolidado de cada sistema inserido nas premissas do objeto de estudo, foi abordado os parâmetros de custos por metro quadrado (materiais e mão de obra) e custos globais associados a cada sistema. O estudo foi conduzido de forma quantitativa, com base em levantamentos orçamentários reais de execução e composições oficiais do SINAPI.

O resultado final desta etapa gerou duas planilhas orçamentárias, detalhadas nos capítulos de Resultados e Discussão deste trabalho, que permitiram a comparação do custo final por metro quadrado (R\$/m²) e o custo total de cada sistema, servindo como base para as conclusões sobre a viabilidade econômica no contexto do estudo para o ano base de 2025.

Os custos associados ao sistema de drywall foram obtidos a partir do orçamento fechado com a empresa especializada responsável pela execução de todas as vedações internas do estudo de caso. Esse orçamento contempla valores globais de fornecimento e instalação das paredes de gesso acartonado e foi adotado como referência primária dos custos para o sistema.

Foram sintetizados os registros de compra de materiais (notas fiscais e controles internos de suprimentos) vinculados ao escopo da vedação do empreendimento. A partir desses registros, o custo total de materiais efetivamente adquiridos para o sistema foi apurado. Na sequência, a fim de levantar o custo de execução, foi realizada a diferença entre o valor global contratado para fornecimento e instalação e o custo total de materiais apurados.

No contexto deste trabalho, esse valor foi interpretado como custo de instalação. Essa decomposição não corresponde a uma folha de custos detalhada por insumo, mas a uma separação macro entre componente material e componente mão de obra.

Cabe ressaltar que esse procedimento representa uma estimativa metodológica, uma vez que parte da hipótese de que as proporções de materiais e mão de obra das composições de referência são representativas da realidade do empreendimento estudado. Toda a decomposição de custos do drywall foi estruturada no orçamento fechado com a empresa executora das vedações internas.

Os custos do sistema de vedação interna em alvenaria de blocos cerâmicos foram obtidos por meio de modelagem orçamentária baseada em composições de referência do SINAPI, estruturadas e sintetizadas no software OrçaFascio. Para garantir a comparabilidade direta com o cenário em drywall, adotou-se rigorosamente a mesma área de vedação, de modo que ambas as alternativas fossem avaliadas para uma mesma metragem de paredes internas.

A solução em alvenaria foi configurada com blocos cerâmicos de dimensões $9 \times 19 \times 29$ cm, compatíveis com o padrão adotado no estudo, considerando-se as etapas típicas de execução para vedações internas: assentamento dos blocos, seguido da aplicação sequencial de chapisco, emboço e reboco. Cada uma dessas etapas foi representada por composições específicas, contemplando os respectivos insumos de materiais (blocos, argamassas e insumos auxiliares) e mão de obra (pedreiros, serventes), na forma consolidada disponibilizada pela base de dados.

É importante destacar que, ao contrário do sistema em drywall, o cenário em alvenaria representa um orçamento de referência, construído a partir de composições padronizadas e não de contratos específicos da obra. Ainda assim, o modelo foi considerado adequado para fins comparativos, especialmente na análise da viabilidade econômica relativa, apresentada nos tópicos de resultados e discussões.

Para relacionar a análise econômica com o desempenho produtivo dos sistemas de vedação, baseou-se nos coeficientes de produtividade homem-hora por metro quadrado (Hh/m^2) obtidos a partir dos orçamentos estruturados. Os coeficientes unitários foram compatibilizados com o cenário executivo do estudo de caso, considerando um cronograma de 9 meses (198 dias úteis) para a execução das vedações internas e uma jornada diária de 8,8 horas. Esses parâmetros permitiram modelar os arranjos de equipes necessários para assegurar o cumprimento do prazo estabelecido.

3.4 ANÁLISE DAS CARGAS PERMANENTES NA ESTRUTURA

Essa etapa metodológica buscou compreender de que forma a diferença de peso próprio entre os sistemas analisados poderia influenciar os esforços estruturais e a sua repercussão no global da edificação.

Os valores de áreas de vedação, tipologia dos pavimentos e parâmetros de carregamento foram adaptados a partir dos projetos arquitetônicos e estruturais do edifício estudado. No entanto, trata-se de uma análise de caráter simplificado, que não tem por objetivo redimensionar a estrutura nem esgotar o comportamento estrutural do edifício, mas sim fornecer uma faixa de ordem de grandeza capaz de sustentar a concepção do drywall como sistema leve em comparação à alvenaria de blocos cerâmicos.

3.4.1 Peso próprio das paredes

Para a determinação do peso próprio das vedações internas, foram adotados valores de massa por unidade de área (kg/m^2) para as diferentes configurações de vedação analisadas no edifício de referência. Esses valores foram obtidos a partir de catálogos de fabricantes e dos memoriais descritivos do próprio empreendimento, de forma a manter compatibilidade com a solução efetivamente projetada.

No caso das paredes em drywall, foram consideradas duas configurações, montagem simples e dupla chapa (adotada nas divisórias entre apartamentos). O peso próprio de cada solução foi calculado a partir do somatório das contribuições das chapas de gesso, dos perfis metálicos, da camada de lã mineral e reforços de madeira (quando presentes), bem como dos demais insumos de acabamento, tomando como referência um painel-tipo de $1,00\ m^2$ de parede.

Para as paredes em alvenaria de blocos cerâmicos, também foram avaliados dois

cenários, paredes sem revestimento e com revestimento. No primeiro, o procedimento consistiu em converter o peso dos blocos e da argamassa de assentamento em massa por área de parede (kg/m^2). No cenário com revestimento, o peso das camadas de emboço e reboco foi calculado a partir da espessura média e da densidade dos materiais, sendo então somado ao valor da alvenaria sem revestimento, de modo a obter o peso próprio total da parede acabada.

3.4.2 Estimativa da carga global de vedações

A partir dos valores de peso próprio das paredes, procedeu-se à estimativa da carga global de vedações atuante na estrutura do edifício, multiplicando-os pela área total de paredes internas para obter a carga total por cenário. Esses resultados foram então convertidos para quilonewtons (kN), permitindo expressar, em termos globais, a solicitação das vedações aplicadas à estrutura. Por fim, foi calculada a diferença percentual de carregamento proveniente da utilização de cada método construtivo nos pavimentos tipo

3.4.3 Influência de vedações nas ações de cargas permanentes

A base de cálculo das ações permanentes para cada tipo de pavimento foram extraídas dos projetos estruturais do edifício, fundamentadas nas diretrizes da ABNT NBR 6120:2019, e seguem fielmente os dados originais de peso próprio das lajes, revestimentos de piso, camadas de regularização, sobrecargas e demais elementos permanentes.

Na sequência, o peso próprio das paredes de cada sistema foi convertido em KN/m^2 e somado às ações permanentes de cada laje. Para os pavimentos tipo, foram calculados três cenários de ação permanente:

1. Apenas cargas de referência;
2. Cargas de referência acrescidas das vedações em drywall;
3. Cargas de referência acrescidas das vedações em alvenaria.

Esses resultados foram organizados em planilhas (Apêndice C) e representados graficamente no capítulo 4. As contribuições de vedações internas foram desconsideradas apenas nos pavimentos em que são inexistentes ou irrelevantes (garagens e cobertura).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta e discute os resultados obtidos na ACV dos sistemas de vedação interna avaliados, com foco nos impactos ambientais associados aos materiais e aos processos construtivos que compõem cada solução. Na sequência, desenvolve-se uma avaliação qualitativa dos principais parâmetros técnicos e de desempenho, complementada por uma análise orçamentária da execução das vedações, contemplando custos de materiais, produtividade e mão de obra de cada sistema. Por fim, apresenta-se uma breve análise da influência de cada sistema de vedação sobre as cargas permanentes da edificação.

4.1 ANÁLISE DE CICLO DE VIDA (ACV)

Esta seção apresenta a análise dos impactos ambientais, bem como indicadores de circularidade entre os dois sistemas construtivos avaliados. Os resultados sintetizados nas figuras e relatórios foram exportados do One Click LCA, e reforçam que a escolha do sistema de vedação influencia de forma relevante não apenas no custo e na produtividade, mas também no desempenho ambiental do edifício.

4.1.1 Potencial de aquecimento global dos insumos

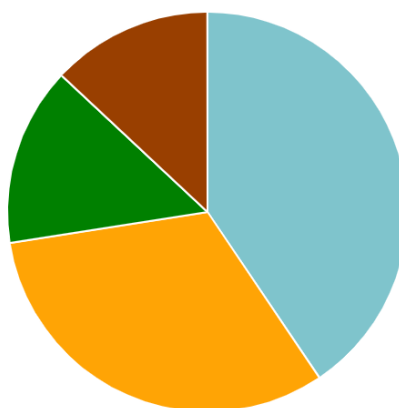
Ao analisar a Figura 34, observa-se que as emissões de CO_2 dos componentes do drywall estão fortemente associadas aos insumos responsáveis pela rigidez e pelo desempenho termoacústico. Embora as placas de gesso acartonado (*Gypsum Board*), sejam o elemento mais visível do sistema, aparecem individualmente como os menores contribuintes para as emissões.

Figura 34 – Potencial de aquecimento global total em kgCO₂e - drywall

Global Warming Potential total kg CO₂e - Resource types

This is a drilldown chart. Click on the chart to view details

- Glass wool insulation - 40.6%
- Hot-dip galvanized/zinc coated steel - 32.0%
- Specialty gypsum board - 14.5%
- Regular gypsum board - 13.0%



Fonte: One Click LCA, 2025

A chapa ST (*Regular Gypsum Board*) responde por 13,0% do GWP total e a chapa RU (*Specialty Gypsum Board*) por 14,5%. Somadas, ambas totalizam 27,5% das emissões, valor ainda inferior ao impacto associado aos elementos de estruturação. Os perfis de aço galvanizado (*Hot-Dip Galvanized/Zinc Coated Steel*) concentram cerca de 32,0% do GWP e a lã de vidro (*Glass Wool Insulation*) alcança 40,6% do total.

A contribuição da lã de vidro, em especial, aparece como um resultado contraintuitivo, já que trata-se de um material leve, aplicado em espessuras relativamente reduzidas, o que à primeira vista poderia sugerir um impacto ambiental menos expressivo. No entanto, sua cadeia produtiva envolve a fusão de matérias-primas minerais em fornos de alta temperatura, processos contínuos com elevado consumo de energia e a incorporação de ligantes e aditivos industriais, fatores que aumentam de forma significativa o GWP por unidade de massa.

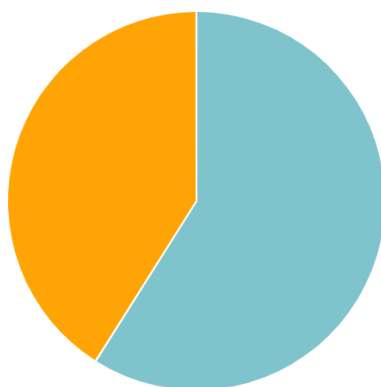
No cenário da alvenaria (Figura 35), a decomposição por tipos de recurso revela um panorama distinto, porém igualmente concentrado.

Figura 35 – Potencial de aquecimento global total em kgCO₂e - blocos cerâmicos

Global Warming Potential total kg CO₂e - Resource types

This is a drilldown chart. Click on the chart to view details

● Brick, common clay brick - 59.0% ● Mortar (masonry/bricklaying) - 41.0%

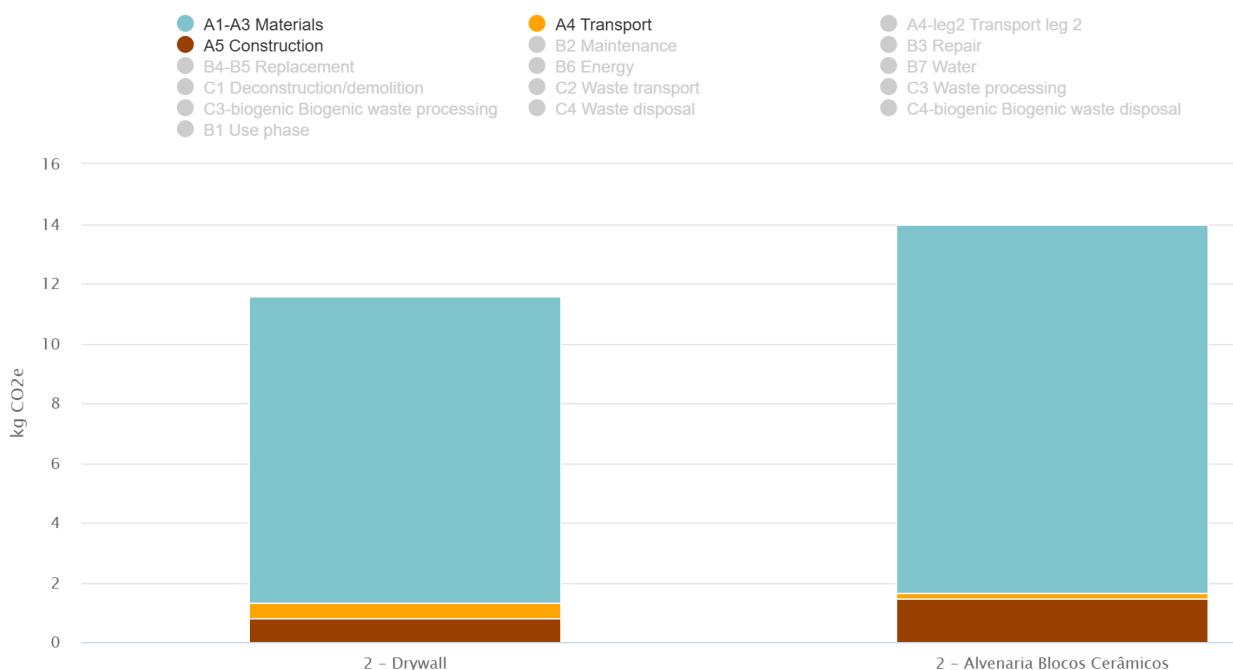


Fonte: One Click LCA, 2025

Os blocos cerâmicos (Brick, Common Clay) são responsáveis por cerca de 59,0% das emissões, enquanto a argamassa de assentamento e revestimento responde pelos 41,0% restantes. Diferentemente do drywall, em que o impacto é diluído entre vários componentes industrializados, na alvenaria o GWP está praticamente dividido entre o elemento principal de vedação e o ligante cimentício. Esse resultado evidencia o papel relevante tanto da cerâmica vermelha associada a processos de queima em fornos, muitas vezes com combustíveis fósseis, quanto do cimento Portland presente na argamassa, tradicionalmente reconhecido como um dos maiores emissores da cadeia da construção.

A Figura 36, mostra que, ao comparar o ciclo de vida das metodologias, o sistema de vedação em drywall apresenta um potencial de aquecimento global em torno de 11,69 kg CO₂e, enquanto a alvenaria de blocos cerâmicos atinge aproximadamente 14,4 kg CO₂e. Em termos relativos, isso representa uma redução da ordem de 25% nas emissões incorporadas.

Figura 36 – Comparação dos índices de aquecimento global (GWP)



Fonte: One Click LCA, 2025

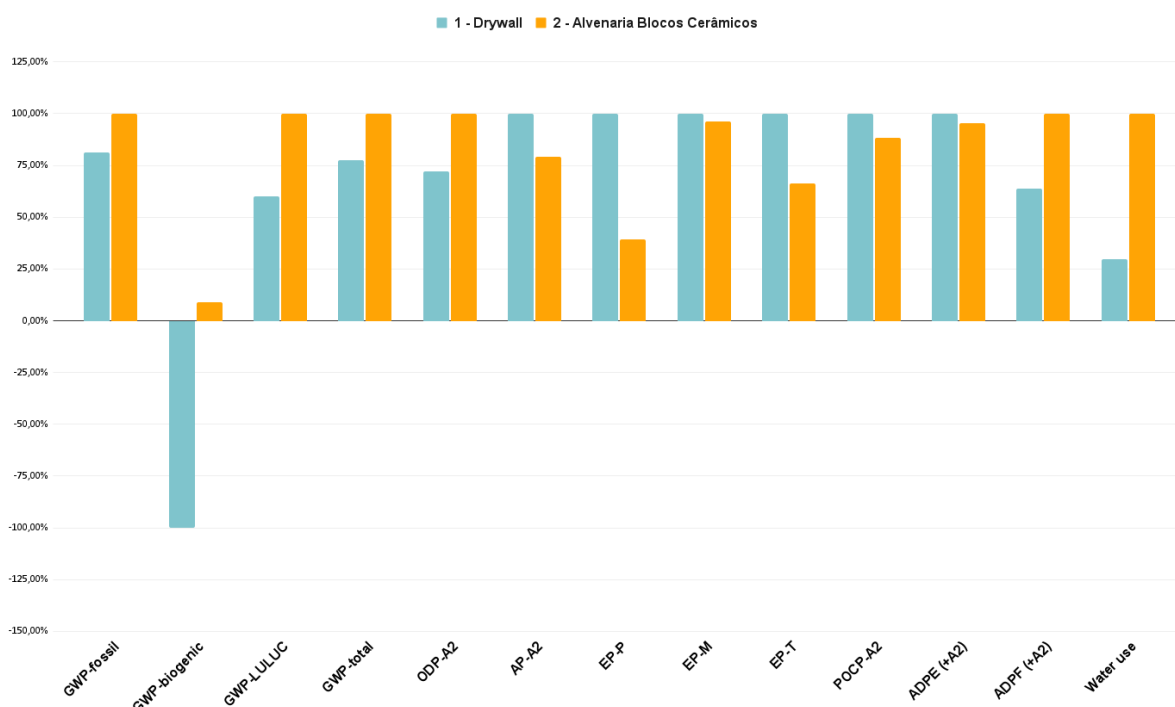
Em ambos os cenários, observa-se que a maior parte das emissões está concentrada no módulo A1–A3 (Materiais), com participações superiores a 80% do total, Isso indica que a escolha dos insumos e da solução de vedação tem peso muito maior na pegada de carbono incorporado do que o próprio processo de montagem em obra.

Enquanto as contribuições de A4 (transporte) e A5 (processo construtivo) são significativamente menores em termos relativos. No entanto, apresentam dados muito relevantes para análise. O módulo A4, por exemplo, evidencia que embora o drywall seja mais leve, seus componentes são fornecidos por cadeias longas e especializadas, geralmente afastadas do canteiro, nesse módulo o drywall apresentou 0,52 kg CO₂e, superior aos 0,21 kg CO₂e dos blocos cerâmicos. No módulo A5 (Construção), ocorre o inverso a alvenaria registra 1,5 kgCO₂e, contra 0,73 kgCO₂e do drywall, refletindo um processo executivo mais intensivo e prolongado.

4.1.2 AICV dos sistemas

A Figura 37 apresenta diversas categorias de impacto para comparar o ciclo de vida de ambos cenários, permitindo ampliar a comparação além do aquecimento global (GWP).

Figura 37 – Categorias de impacto associadas a ACV



Fonte: One Click LCA, 2025

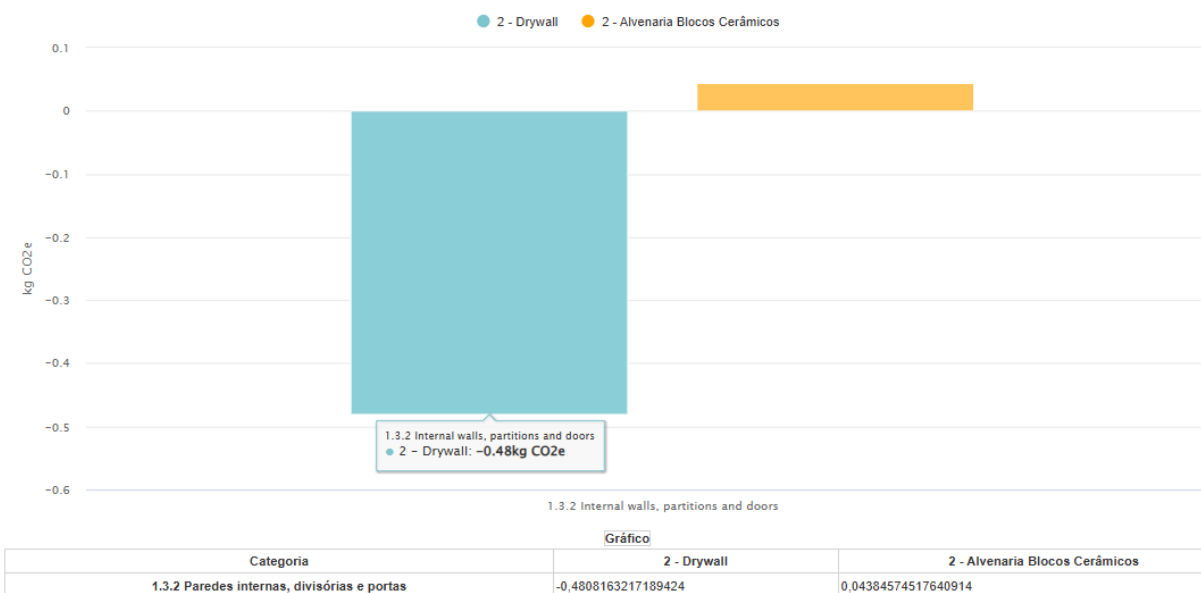
Observa-se que, ao contrastar os dois sistemas construtivos, a ACV revela impactos ambientais ocultos que a simples observação do canteiro de obras não é capaz de captar. Embora a alvenaria apresente maior impacto nas categorias de aquecimento global (GWP-total) e outros parâmetros correlacionados, o sistema drywall concentra passivos ambientais elevados, especialmente nas categorias associadas ao uso de recursos e emissões ao longo do ciclo de vida. Nesse contexto, os valores percentuais evidenciam *trade-offs* (conflitos de escolha) entre os sistemas, que emergem justamente da análise comparativa dos impactos associados a cada solução construtiva.

Nos indicadores ligados à mudança climática (GWP-fossil, GWP-LULUC e GWP-total) a alvenaria foi tomada como referência (100%), enquanto o drywall permanece em faixas inferiores, em torno de 60–80% do impacto máximo. Esse comportamento está associado à maior massa de blocos e argamassas de assentamento e revestimento, bem como ao processo de queima cerâmica, intensivo em combustíveis fósseis.

O gráfico, promove um destaque interessante para o parâmetro GWP-biogênico, e

pode ser observado em maiores detalhes na Figura 38, o drywall apresenta valor relativo de 100%, enquanto a alvenaria atinge 9,12%.

Figura 38 – Potencial de aquecimento global biogênico, kg CO₂e



Fonte: One Click LCA, 2025

Esse resultado indica que, no balanço biogênico, o sistema em drywall atua como estoque temporal de carbono, principalmente devido aos componentes com base em biomassa presentes nas chapas (papel cartão) e nos reforços em madeira/MDF. Já a alvenaria praticamente não incorpora carbono biogênico e, em alguns contextos, pode até liberar CO₂ proveniente da queima de biomassa em fornos. Esse comportamento dificilmente seria percebido apenas pela observação em obra, mas tem efeito relevante no balanço climático global do sistema.

Por outro lado, quando se observam categorias relacionadas a acidificação, eutrofização e formação de ozônio troposférico, o padrão se inverte. O cenário em drywall apresenta os maiores impactos normalizados em AP-A2, EP-P, EP-M, EP-T e POCP-A2 (valores próximos ou iguais a 100%), enquanto a alvenaria mantém percentuais menores, embora ainda relevantes. Essa diferença decorre da cadeia produtiva mais complexa e intensiva em transformação industrial do drywall, que inclui calcinação de gesso, produção de perfis metálicos galvanizados e uso de componentes químicos orgânicos para concepção das lâminas minerais, que acabam gerando emissões de voláteis, maior carga de SO_x, NO_x, compostos

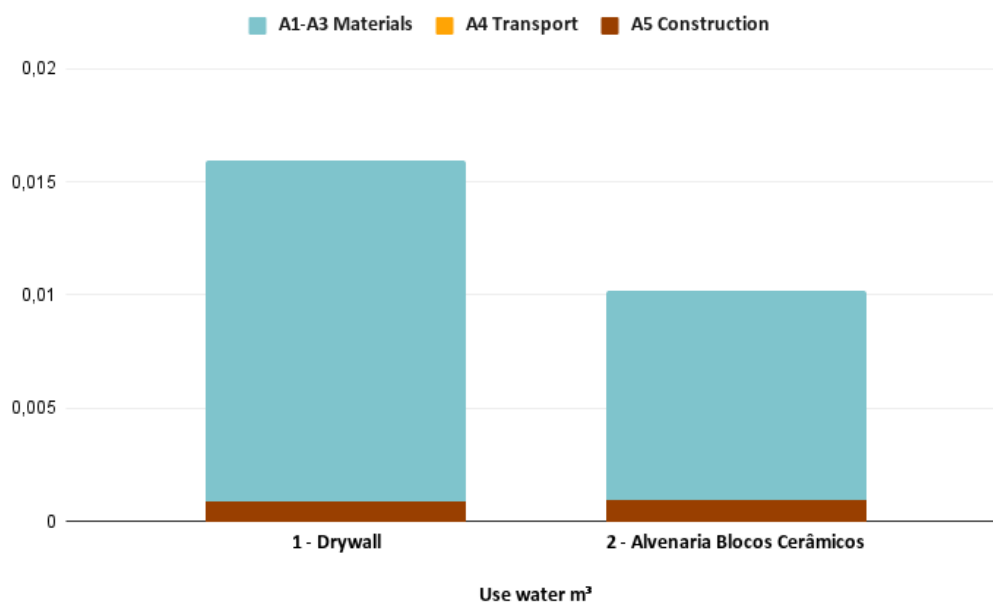
eutrofizantes e precursores fotoquímicos ao longo do ciclo de vida.

Tendência semelhante de impacto é observada na depleção de recursos minerais abióticos (ADPE), em que o drywall também assume o maior impacto relativo, refletindo a extração de minerais específicos muito mais escassos e com cadeia de extração mais impactante para fabricação de chapas e perfis, embora o impacto da concepção da alvenaria seja levemente inferior, a extração do barro também contribui significativamente nos valores da ADPE.

Já em ADPF, associado à depleção de combustíveis fósseis, a situação se inverte de forma marcante, a alvenaria é o pior cenário (100%), e o drywall apresenta apenas 63,78% desse impacto. Os resultados reafirmam que a produção de blocos cerâmicos, com queima prolongada em fornos, exige consumo significativamente maior de combustíveis fósseis ao longo do ciclo de vida modelado e consome diretamente o recurso (gás/carvão), esgotando as reservas fósseis mais rapidamente que o processo do drywall.

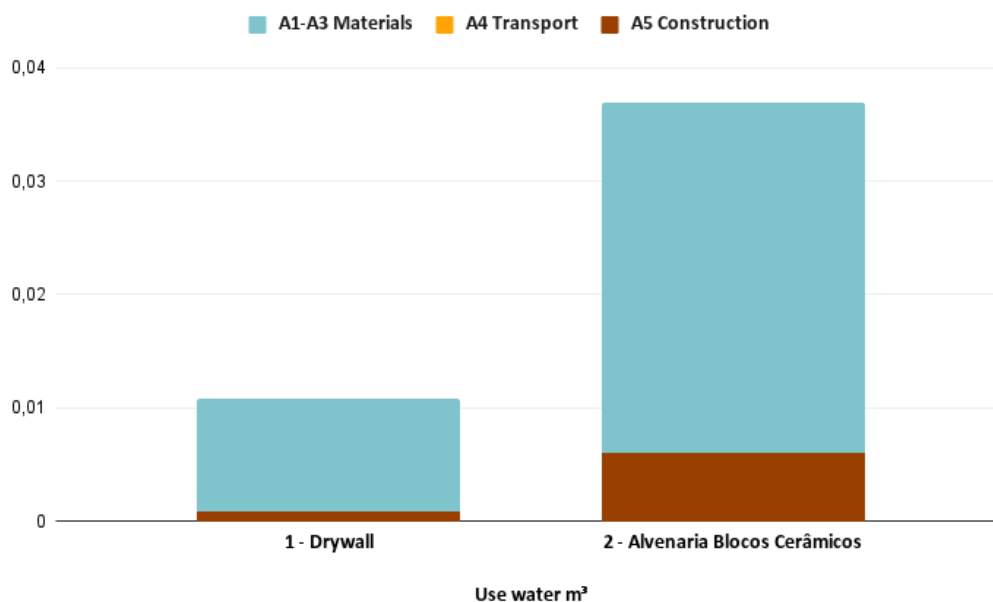
Para o indicador de uso de água (*Water use*), foi necessário realizar um ajuste pontual na modelagem da ACV, uma vez que os resultados originalmente gerados pelo programa (Figura 39), indicavam um consumo incompatível com a natureza e a escala das vedações internas analisadas. Diante desse comportamento irreal, o inventário foi ajustado para adequar os dados às condições locais, sem manipulação de resultados, mas por meio de correção técnica das informações de entrada. Essa análise crítica integra a etapa de interpretação da ACV e assegura que o indicador represente de forma plausível o desempenho ambiental dos sistemas comparados (Figura 40).

Figura 39 – Indicador de Uso de Água Inicial



Fonte: One Click LCA, 2025.

Figura 40 – Indicador de Uso de Água Corrigido



Fonte: One Click LCA, 2025.

Com a modelagem ajustada, a alvenaria em blocos cerâmicos passa a apresentar o maior impacto em uso de água (100%), enquanto o sistema em drywall responde por

aproximadamente 30%. Esse resultado se alinha à percepção de canteiro, uma vez que a alvenaria demanda grandes volumes de água para o preparo de argamassas, assentamento de blocos e cura dos revestimentos. Ainda assim, o drywall mantém contribuição relevante, associada sobretudo ao consumo de água nas etapas industriais de produção das chapas de gesso, na fabricação de lã mineral e nos processos de resfriamento e lavagem de equipamentos na cadeia metalúrgica.

De forma sintética, os resultados indicam que o drywall é ambientalmente mais favorável quando se prioriza a redução de emissões de GEE e o menor consumo de recursos fósseis e uso de água. Entretanto, esse ganho é parcialmente contrabalançado por impactos mais elevados em acidificação, eutrofização, formação de ozônio fotoquímico e depleção de determinados recursos minerais, nos quais a alvenaria se mostra relativamente menos onerosa.

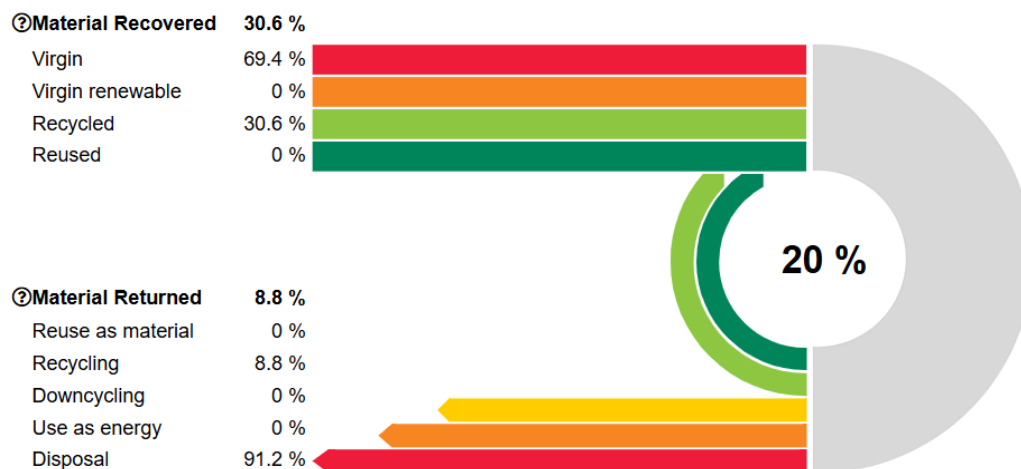
Do ponto de vista da tomada de decisão, isso significa que a solução mais sustentável não é única nem universal, pois depende de quais impactos são mais críticos no contexto local. Em cenários em que a mitigação das emissões de GEE e a segurança hídrica assumem prioridade para a região, o desempenho superior do drywall em aquecimento global, recursos fósseis e uso de água ganha maior peso. Por outro lado, em áreas com ecossistemas aquáticos vulneráveis à eutrofização ou com cadeias produtivas minerais sensíveis, os efeitos adicionais em acidificação, eutrofização e depleção de recursos podem representar um dano mais relevante, o que favorece nesta condição, a manutenção da alvenaria.

Assim, a ACV contextualizada ao local explicita esses compromissos entre categorias de impacto e evidencia que a alternativa mais adequada é aquela que melhor responde às prioridades ambientais e socioeconômicas da região em que o sistema construtivo será adotado.

4.1.3 Análise de circularidade

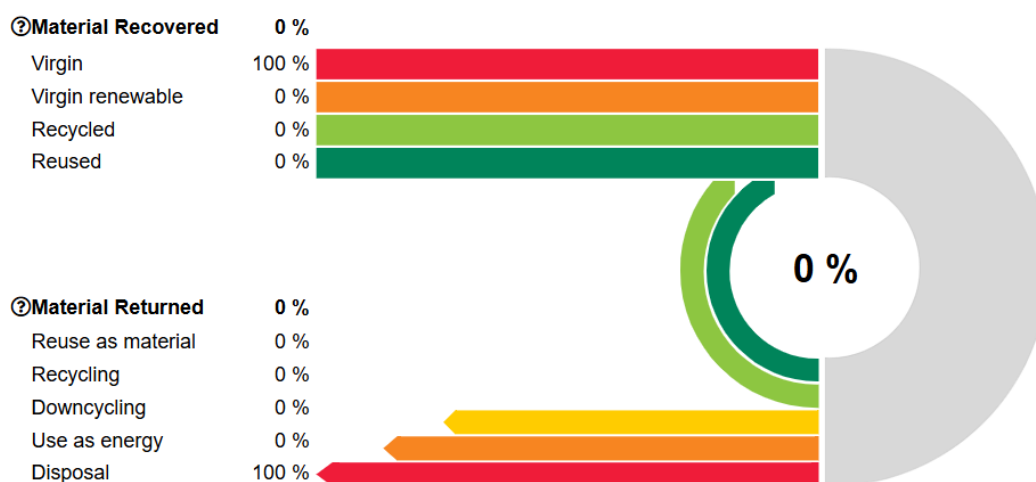
As Figuras 41 e 42 apresentam os resultados de circularidade dos dois sistemas analisados, servindo como síntese gráfica dos fluxos de entrada e saída de materiais ao longo do ciclo de vida.

Figura 41 – Circularidade e fluxo de materiais do drywall



Fonte: One Click LCA, 2025.

Figura 42 – Circularidade e fluxo de materiais da alvenaria de blocos cerâmicos



Fonte: One Click LCA, 2025

Observa-se que, no cenário do drywall, 30,6% dos materiais são classificados como *Material Recovered* (material recuperado/reciclado), refletindo a presença de conteúdo reciclado nas cadeias de produção dos componentes da vedação, enquanto 69,4% ainda dependem de matéria-prima virgem (*Virgin*), ao final da vida útil, 8,8% retornam ao sistema como *material returned* (material retornado ao ciclo produtivo) por meio de reciclagem, e 91,2% são destinados à disposição final (*Disposal*), resultando 20% de circularidade.

Já a alvenaria apresenta 0% de material recuperado (*Material Recovered*) e 0% de material retornado (*material returned*), operando com 100% de insumos virgens (*Virgin*) e descarte integral (*Disposal*) em aterro ao término do ciclo.

Em termos de economia circular, esses resultados indicam que, embora o drywall ainda esteja longe de configurar um sistema plenamente circular, ele já incorpora, em alguma medida, rotas de reciclagem e reaproveitamento, ao passo que a alvenaria permanece essencialmente linear, sem mecanismos estruturados de retorno de materiais ao ciclo produtivo.

4.2 ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA

4.2.1 Análise Técnica

A síntese da análise técnica é apresentada nos Quadro 03, 04, 05 e 06 que confrontam diferentes indicadores agrupados em características físico-estruturais, executivas, desempenho, manutenção e flexibilidade. A classificação qualitativa desses parâmetros estabelece uma base de vantagens e desvantagens entre o sistema de drywall e a alvenaria de blocos cerâmicos, de forma a comparar os parâmetros básicos de execução e utilização de ambos os sistemas.

Quadro 03 - Características físicas e estruturais

Indicador técnico	Drywall (Placas ST / RU)	Alvenaria Cerâmica (09×19×29 cm)	Desempenho relativo (Drywall)	Justificativa resumida
Peso próprio da parede (Kg/m ²)	30-50	130-160	Superior	Sistema leve, reduz significativamente as cargas permanentes e os esforços transmitidos à estrutura e fundações.
Espessura Final da Parede (cm)	10-14	12–15	Superior	Menor espessura aumenta a área útil dos ambientes.
Carga linear transmitida à laje	Baixa	Alta	Superior	Reduz esforços estruturais e custos de fundação.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Quadro 04 - Características executivas

Indicador técnico	Drywall (Placas ST / RU)	Alvenaria Cerâmica (09×19×29 cm)	Desempenho relativo (Drywall)	Justificativa resumida
Produtividade (m²/homem/dia)	9,26	6,82	Superior	Montagem a seco e modular permite execução mais rápida.
Custo final por m² (Material + Mão de Obra)	R\$1.403.093,44	R\$1.916.295,50	Superior	A alvenaria acumula custos elevados de materiais e mão de obra referentes às camadas de regularização (chapisco, emboço e reboco).
Facilidade de transporte e montagem no canteiro	Alta	Média	Superior	Componentes leves e fáceis de manusear, com logística simplificada.
Volume de resíduos gerados	baixo	Elevado	Superior	O processo de construção a seco minimiza drasticamente o desperdício de materiais e a geração de entulho (até 90% de redução), além de menor consumo de água.
Mão de obra especializada	Exigida	Baixa exigência	Inferior	Requer técnicos capacitados para montagem e acabamentos adequados.
Limitações construtivas (uso e ambiente)	Restrito a vedações internas	Uso interno e externo	Inferior	Limitações de aplicação em fachadas e áreas externas; alvenaria é mais versátil.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Quadro 05 - Desempenho funcional

Indicador técnico	Drywall (Placas ST / RU)	Alvenaria Cerâmica (09×19×29 cm)	Desempenho relativo (Drywall)	Justificativa resumida
Desempenho acústico (DnT,w em dB)	38–51	37–50	Superior	O princípio massa-mola do drywall, dissipa a energia sonora de forma mais eficiente, atingindo melhor desempenho com menor espessura.
Desempenho térmico (Transmitância térmica – $W/m^2 \cdot K$)	2,0–3,0	1,5–1,8	Inferior	Drywall apresenta menor inércia térmica, devido à sua reduzida massa superficial.
Resistência a impactos e umidade	Boa (RU); Regular (ST)	Alta resistência	Inferior	Bloco cerâmico apresenta maior robustez a choques e umidade.
Absorção de Água (% de massa)	$\leq 5\%$	8% a 22%	Equivalente	Ambos exigem impermeabilização (mantas/resinas) para garantir estanqueidade.
Resistência ao Fogo (TRRF) (min)	60	120	Inferior	A alvenaria é incombustível e confere alta resistência ≤ 120 min. drywall necessário uso de chapas (RF).
Suporte de cargas (bancadas, armários, etc.)	Média (necessita reforços e buchas específicas)	Alto (fixação direta)	Inferior	Fixação no drywall exige reforço estrutural, enquanto blocos permitem ancoragem direta.
Facilidade de instalação elétrica e hidráulica	Alta	Baixa	Superior	Permite passagem e manutenção sem demolição de paredes.
Precisão geométrica e planeza	Alta	Média	Superior	Produção padronizada garante alta precisão e reduz necessidade de regularização superficial.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

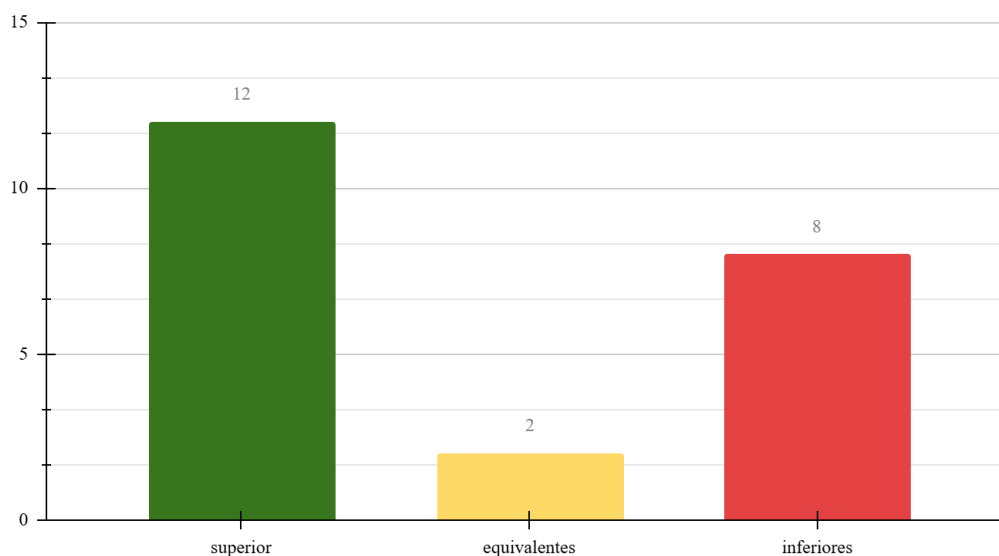
Quadro 06 - Manutenção e flexibilidade

Indicador técnico	Drywall (Placas ST / RU)	Alvenaria Cerâmica (09×19×29 cm)	Desempenho relativo (Drywall)	Justificativa resumida
Facilidade de intervenção pós-obra	Alta	Baixa	Superior	Permite modificações internas sem demolição, com baixa geração de entulho.
Versatilidade de acabamentos	Alta	Alta	Equivalente	Ambos aceitam a maioria dos revestimentos de mercado (pintura, cerâmica, porcelanato, texturas)
Durabilidade esperada (anos)	20–30	20-40	Inferior	Menor vida útil devido à sensibilidade à umidade e necessidade de manutenção periódica.
Necessidade de manutenção corretiva e preventiva	Baixa	Média	Superior	Menor ocorrência de fissuras e patologias, fácil acesso para reparos pontuais.
Aceitação de mercado e disponibilidade	Média (crescimento contínuo)	Alta (amplamente difundida)	Inferior	Drywall ainda enfrenta resistência cultural e limitação de fornecedores regionais.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

A avaliação qualitativa dos indicadores evidencia uma predominância de vantagens do sistema drywall em relação à alvenaria cerâmica, conforme sintetizado na Figura 43. Dos 22 critérios analisados, 12 foram classificados com desempenho superior e 2 equivalentes aos blocos cerâmicos, enquanto 8 apresentaram desempenho inferior. Nessa perspectiva, o drywall mostra-se mais favorável, sobretudo em aspectos de leveza, racionalização construtiva, produtividade, controle de resíduos e custos associados à execução. Em contrapartida, a alvenaria mantém relevância em critérios de robustez física, resistência à umidade, resistência ao fogo, facilidade de fixação direta de cargas e maior familiaridade da mão de obra e do mercado.

Figura 43 – Síntese comparativa



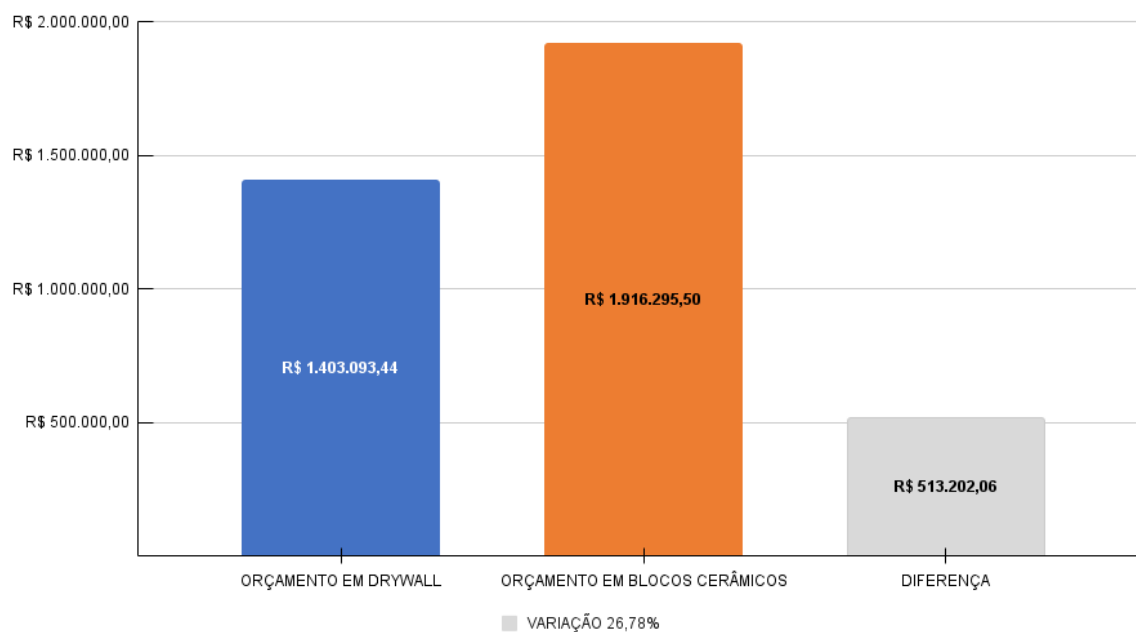
Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Ainda que existam limitações relevantes, o conjunto dos resultados caracteriza o drywall como uma alternativa competitiva para vedações internas em edifícios verticais, desde que suas fragilidades sejam adequadamente tratadas por meio de especificação correta, detalhamento executivo e orientação ao usuário final. Essa leitura técnica, por sua vez, exige ser confrontada com os resultados de orçamento, a fim de verificar em que medida as vantagens podem ser refletidas em ganhos econômicos concretos ao nível do empreendimento.

4.2.2 Análise Econômica

A análise comparativa dos orçamentos globais evidencia uma vantagem econômica consistente do sistema em drywall em relação à alvenaria de blocos cerâmicos. Considerando a área total de 15.709,04m² de vedações internas do edifício, o custo de fornecimento e instalação das paredes em drywall totalizou R\$1.403.093,44, enquanto a solução em blocos cerâmicos alcançou R\$1.916.295,50. Observa-se, assim, uma diferença absoluta de R\$513.202,06, correspondente a uma redução de 26,78% no custo total quando adotado o drywall (Figura 44). Esses valores foram obtidos a partir das planilhas de orçamento completo dos dois sistemas, apresentadas no Apêndice A (drywall) e Apêndice B (blocos cerâmicos), elaboradas para o mesmo nível de acabamento imediatamente anterior à etapa de pintura.

Figura 44 – Orçamento global



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

4.2.3 Detalhamento de Custos por Sistema

A Tabela 04 resume o custo de fornecimento e execução dos principais itens que compõem o drywall. Observa-se que a “Vedação em placas ST e RU”, que reúne chapas, perfis metálicos, fixadores e demais insumos diretamente associados a estruturação das paredes, representa a parcela dominante do orçamento, com custo de R\$907.202,03 e valor unitário de R\$57,75/m², respondendo por aproximadamente dois terços (cerca de 65%) do custo total do sistema.

Tabela 04 – Custo de mão de obra e material drywall

Descrição	Custo	R\$/m ²
Vedação em Placas ST e RU	R\$ 907.202,03	R\$ 57,75
Shaft Banheiros/Prumadas	R\$ 67.107,49	R\$ 4,27
Shaft Hall	R\$ 15.049,94	R\$ 0,96
Lã de Vidro	R\$ 85.650,18	R\$ 5,45
Fita Banda Acústica	R\$ 26.265,57	R\$ 1,67
Reforço MDF	R\$ 268.579,15	R\$ 17,10
Faixa Tabeira	R\$ 33.239,08	R\$ 2,12
Total	R\$ 1.403.093,44	R\$ 89,32

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

O “Reforço em MDF” constitui o segundo componente de maior relevância econômica, com custo de R\$268.579,15 e valor unitário de R\$17,10/m², o que corresponde a aproximadamente 19,1% do custo global. Esse item está diretamente relacionado à necessidade de garantir pontos de ancoragem para armários, bancadas e demais cargas suspensas, agregando robustez e flexibilidade de uso às vedações internas.

A “Lã de vidro” apresenta custo de R\$85.650,18 (R\$5,45/m²), equivalente a aproximadamente 6,1% do orçamento, desempenhando papel estratégico no atendimento aos requisitos de desempenho termoacústico.

Os demais itens do sistema em drywall apresentam participação individual inferior a 5% cada, mas desempenham funções essenciais de estanqueidade, controle de vibrações, tratamento de juntas e integração com outros sistemas construtivos, completando o desempenho global das vedações internas.

Somados, todos os componentes resultam em um custo de R\$1.403.093,44, o que corresponde a R\$89,32/m². Mais do que apenas compor o valor final, a distribuição dos custos evidencia um sistema em que o investimento se concentra nos elementos diretamente associados ao desempenho (chapas ST/RU, reforços em MDF e lã de vidro).

Para o sistema convencional, a Tabela 05 apresenta o resumo do custo de fornecimento e execução da alvenaria, considerando blocos cerâmicos 14x19x29. Nessa solução, a Vedação responde a R\$846.222,86, com custo unitário de R\$53,87/m², representando cerca de 44% do total. Ou seja, menos da metade do custo direto do sistema está associado à própria elevação

da alvenaria (blocos e argamassa de assentamento).

Tabela 05 – Custo de mão de obra e material alvenaria

Descrição	Custo	R\$/m ²
Vedação blocos 14x19x29	R\$ 846.222,86	R\$ 53,87
Chapisco	R\$ 60.101,28	R\$ 3,83
Emboço	R\$ 629.907,43	R\$ 40,10
Reboco	R\$ 380.063,93	R\$ 24,19
Total	R\$ 1.916.295,50	R\$ 121,99

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

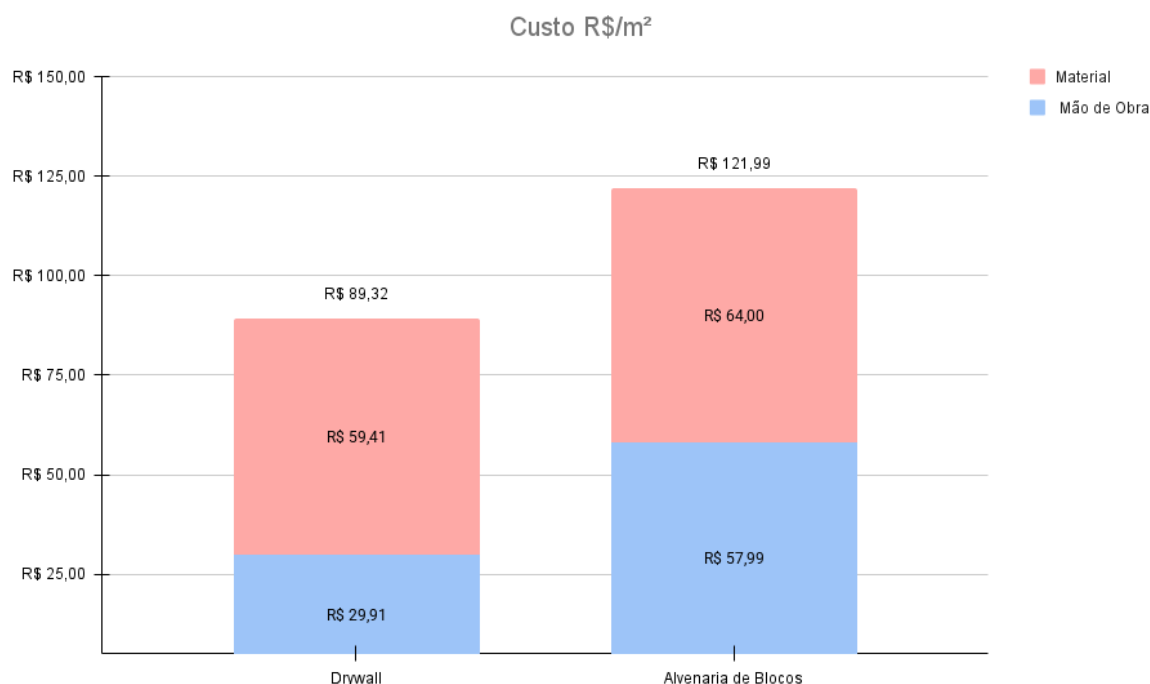
As etapas de revestimento “Emboço” e “Reboco”, por sua vez, somam R\$629.907,43 (R\$40,10/m²) e R\$380.063,93 (R\$24,19/m²), respectivamente. Juntas, essas camadas representam aproximadamente 53% do custo total da solução, evidenciando que mais da metade do orçamento é consumida por argamassas de regularização e acabamento da superfície. Esse dado é particularmente relevante, pois indica um sistema fortemente dependente de processos intensivos em mão de obra e tempo de cura, que pouco contribuem para a agilidade executiva, mas são indispensáveis para atingir o padrão de acabamento exigido para a concepção de paredes acabadas.

O “Chapisco”, apresenta o custo de R\$60.101,28 (R\$3,83/m²) e participação de aproximadamente 3% no total. Embora sua fatia isolada não seja elevada, seu custo se soma ao das demais argamassas, reforçando a percepção de que a solução em blocos cerâmicos é estruturalmente mais onerosa em função da necessidade de múltiplas etapas de revestimento.

4.2.4 Análise comparativa do custo por metro quadrado (R\$/m²)

Ao refinar a análise para o custo unitário por metro quadrado (Figura 45), observa-se que o custo unitário do drywall é de R\$89,32/m², significativamente inferior ao custo da alvenaria que atingiu R\$121,99/m².

Figura 45 – Custo por metro quadrado



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Em termos de composição entre material e mão de obra, o drywall apresenta R\$59,41/m² em materiais e R\$29,91/m² em mão de obra, enquanto a alvenaria registra R\$64,00/m² e R\$57,99/m² respectivamente. Isso representa uma redução de aproximadamente 7,2% no custo de materiais e de 48,4% no custo de mão de obra pela utilização do drywall na edificação estudada.

4.2.5 Produtividade da execução e implicações econômicas

Para relacionar a análise econômica com o desempenho produtivo dos sistemas de vedação, a Tabela 06 apresenta os índices levantados para cada sistema.

Na solução em drywall, a demanda total de mão de obra é de 0,79Hh/m², sendo 0,595Hh/m² referentes ao montador e 0,195Hh/m² ao ajudante. Já a alvenaria de blocos, quando consideradas conjuntamente as etapas de assentamento, chapisco, emboço e reboco, atinge 2,25Hh/m², dos quais 1,514Hh/m² correspondem ao pedreiro e 0,742Hh/m² ao servente. Em termos relativos, a vedação em blocos cerâmicos consome aproximadamente 2,9 vezes mais hora-homem por metro quadrado do que o drywall.

Tabela 06 – Coeficientes de mão de obra por etapa

Etapa	Profissional (Hh/m²)	Servente (Hh/m²)	Total (Hh/m²)
Drywall	0,595	0,195	0,79
Assentamento blocos 9x19x29	0,77	0,385	1,155
Chapisco	0,1	0,03	0,127
Emboço	0,374	0,187	0,561
Reboco	0,27	0,14	0,411

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

A partir dos coeficientes parciais, verifica-se uma discrepância significativa na demanda de mão de obra para execução de 1m². Nesse sentido, a Tabela 07 reúne os valores globais compatibilizados com a configuração final de uso de cada solução.

Tabela 07 – Comparativo de equipes por sistema

Sistema	Hh/m² (Profissional)	Hh/m² (servente)	Total (Hh/m²)	Prod. equipe (m²/dia)	m²/equipe em 9 meses	Equipe Teórica	Equipe adotada
Drywall	0,595	0,195	0,79	14,79	2928,4	5,36	6
Alvenaria + rev.	1,514	0,742	2,25	11,62	2301,72	6,82	7

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Quando esses coeficientes são projetados para a área total de 15.709,04m² e para o horizonte de 9 meses (198 dias úteis, jornada de 8,8 h/dia), as diferenças de esforço se convertem em exigências distintas de frentes de trabalho.

No sistema em drywall, equipes formadas por 1 montador e 1 ajudante alcançam produtividade média de 2.928m², evidenciando a necessidade de mobilização de 6 equipes para atendimento confortável do prazo. Na alvenaria, a equipe com 2 pedreiros e 1 servente apresenta produtividade de 2.302m², traduzidas na prática em 7 equipes simultâneas. Uma configuração alternativa com 1 pedreiro e 1 servente, embora tecnicamente viável, reduziria a produtividade para 5,81m²/equipe/dia e praticamente duplicaria o número de equipes necessárias.

Ao compatibilizar esses resultados de produtividade com os custos efetivos de

execução, observa-se que a condição de custo mais favorável do drywall não se limita ao preço dos materiais, mas decorre, principalmente, de um sistema executivo mais racional, que concentra o esforço produtivo em menos etapas e em equipes mais enxutas, reduzindo tanto o número de frentes necessárias quanto a exposição do empreendimento a custos indiretos associados à duração da obra.

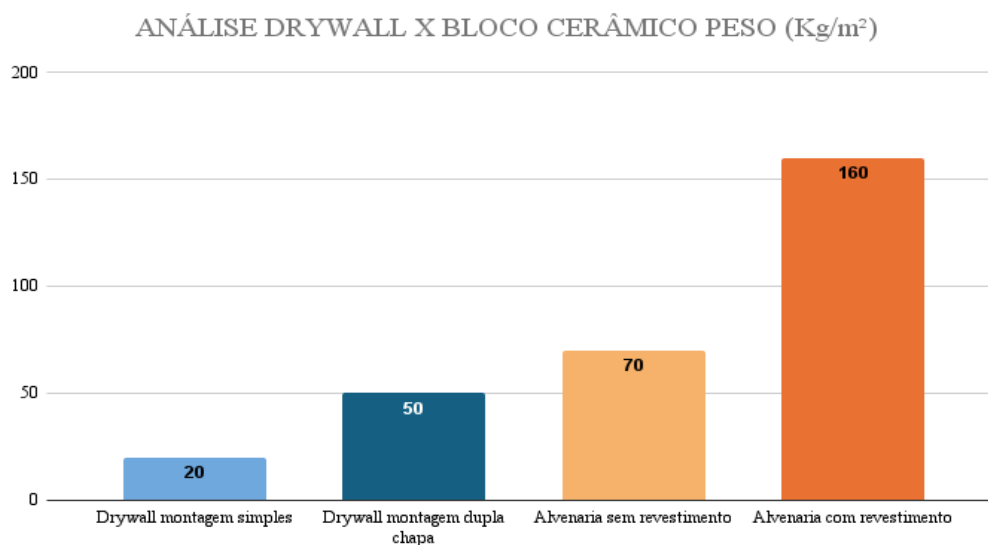
4.3 ANÁLISE DAS CARGAS NA ESTRUTURA

Na perspectiva da sustentabilidade, a escolha de soluções construtivas deve considerar, de forma conjunta, os eixos econômico, ambiental, social e técnico-estrutural. Sistemas que reduzem o consumo de materiais e serviços, apresentam menores fatores de emissão, custos mais baixos e maior produtividade passam a constituir alternativas mais coerentes com esse equilíbrio. Nesse sentido, a redução do peso próprio da edificação por meio do uso de materiais mais leves, com menor demanda de mão de obra e maior rendimento em obra, aproxima o projeto de uma solução de engenharia mais sustentável. Para consolidar a caracterização do drywall como sistema leve, este tópico apresenta a análise das cargas permanentes atuantes na estrutura, contemplando o cálculo do peso próprio das vedações, a carga global transmitida ao edifício e, por fim, a influência dessas ações nas lajes dos pavimentos tipo.

4.3.1 Peso próprio das vedações (kg/m^2)

A Figura 46 apresenta a comparação direta do peso próprio de cada cenário de vedação.

Figura 46 – Peso próprio das paredes



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

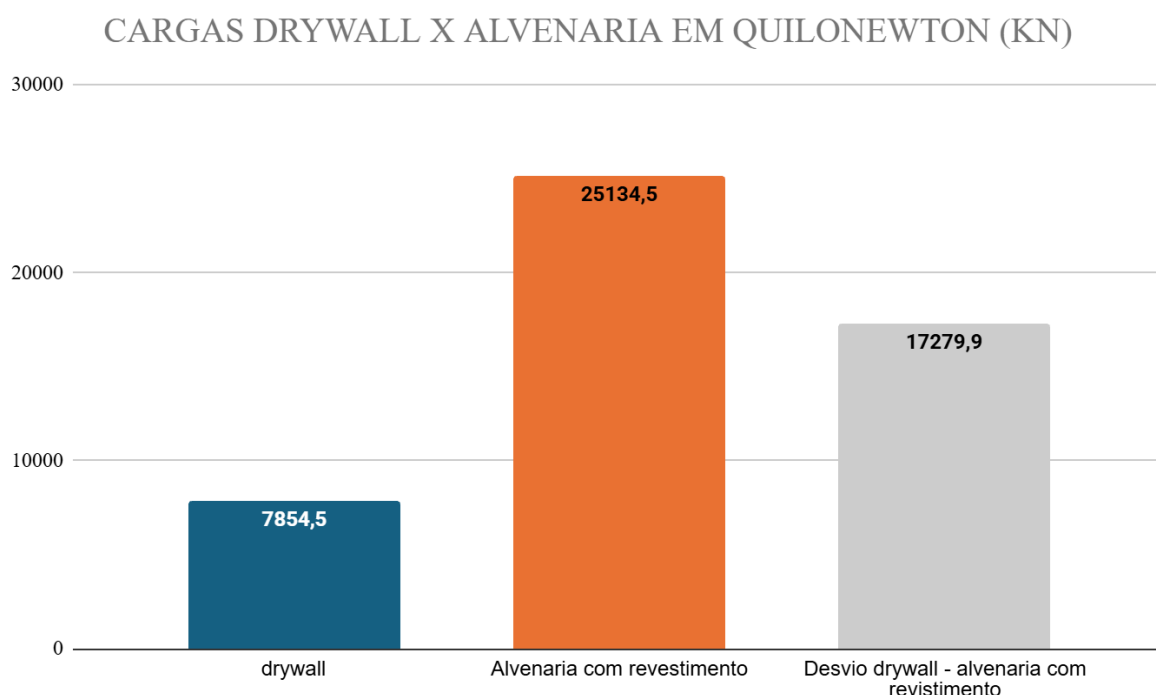
4.3.2 Carga global de vedações no edifício (KN)

A Figura 47 consolida os impactos dos dois cenários em termos de carga total atuante na estrutura do edifício, expressa em Quilonewton (KN).

Observa-se que o cenário em drywall impõe cerca de 7854,5TfKN de carga à estrutura, enquanto a alvenaria de blocos apresenta uma contribuição de 2.5134,5KN. O uso do drywall nesse cenário específico representa uma redução global próxima de 68,8% na carga de vedações.

Esses números dialogam diretamente com as conclusões dos tópicos anteriores. A redução de massa de vedações, já associada a menores impactos ambientais nos módulos A1–A3 da ACV e a custos mais competitivos por metro quadrado, também implica diminuição considerável das ações permanentes no edifício.

Figura 47 – Carregamento Estrutural



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

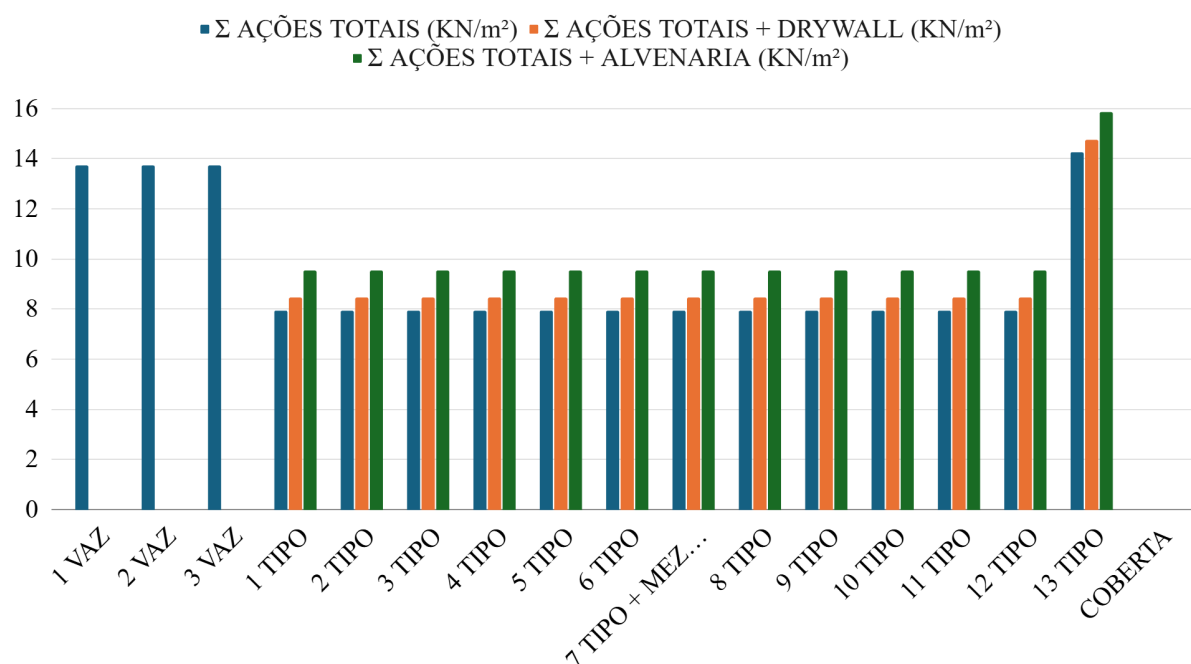
4.3.3 Influência nas ações permanentes das lajes (KN/m²)

De forma complementar o tópico 4.3.2, a Figura 48 avalia como essa redução de carga se reflete quando integrada ao cálculo de cargas permanentes da edificação, sobre as lajes de cada pavimento, o memorial de cálculo das ações permanentes constam no Apêndice C, do presente trabalho.

Em todos os casos, o primeiro conjunto de valores corresponde às ações permanentes de referência (peso próprio das lajes, revestimentos de piso, impermeabilizações e sobrecargas). A esses valores são adicionadas às cargas das vedações nas alternativas com drywall e com alvenaria.

Nos pavimentos de garagem (1º, 2º e 3º vazados) e cobertura, as contribuições de vedação interna foram desconsideradas, pois são inexistentes ou praticamente insignificantes para o cálculo.

Figura 48 – Ações permanentes por laje



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Para os pavimentos tipo, a ação permanente de referência na laje aproxima-se de 8KN/m^2 . Com a introdução das vedações em drywall, esse valor passa para cerca de $8,6\text{KN/m}^2$, enquanto a alternativa em alvenaria eleva a ação total para aproximadamente $9,7\text{KN/m}^2$. Essa diferença, de $1,1\text{KN/m}^2$ representa um alívio considerável de carga na estrutura e acumula-se ao longo de toda verticalização do edifício.

Em termos estruturais, o alívio de cargas tende a favorecer ganhos indiretos, como menor solicitação em pilares, lajes e fundações, com potencial para otimização de seções e redução de consumo de materiais estruturais, ainda que este estudo não re-dimensione a estrutura para medir quantitativamente esses ganhos.

5 CONCLUSÕES

Do ponto de vista ambiental, a Análise de Ciclo de Vida indicou que o drywall apresenta redução em torno de 25% no potencial de aquecimento global em relação à alvenaria, com menor dependência de combustíveis fósseis e menor uso de água na concepção das vedações. Embora o sistema em drywall concentre impactos em categorias como acidificação e eutrofização, o conjunto dos resultados aponta um cenário ambientalmente mais favorável quando o critério prioritário é a mitigação das emissões de gases de efeito estufa, especialmente considerando seu maior alinhamento à lógica de circularidade de materiais em comparação à solução cerâmica, essencialmente linear.

Na análise técnica, o drywall mostrou-se superior em parâmetros diretamente associados à racionalização do processo construtivo. Tais características o qualificam como alternativa viável para vedações internas, desde que suas limitações sejam tratadas por meio de especificação criteriosa, detalhamento executivo adequado e orientação ao usuário quanto ao uso e manutenção.

Sob o enfoque econômico, conclui-se que, embora os principais insumos do drywall apresentem custo unitário relativamente elevado, esses valores são compensados pela redução significativa na demanda de mão de obra e no número de etapas executivas. Esses fatores reforçam a pertinência do drywall como solução competitiva, especialmente em empreendimentos verticais em que a otimização de prazos é decisiva para a viabilidade global do projeto.

Do ponto de vista estrutural, a expressiva redução de massa das vedações em drywall se traduz em diminuição próxima de 68,8% na carga global atuante na estrutura. Essa redução de carregamento indica potencial de otimização de seções e de menor consumo de materiais estruturais, com desdobramentos positivos tanto em custos quanto em impactos ambientais.

Diante do exposto, infere-se que a transição para sistemas leves como o drywall não é apenas viável, mas estratégica para o desenvolvimento sustentável da construção civil, sem descaracterizar a alvenaria de blocos cerâmicos como alternativa válida em contextos específicos. A decisão projetual entre as duas tecnologias deve considerar a hierarquização das prioridades que cada empreendimento almeja alcançar, contudo, os resultados obtidos indicam tendência consistente à adoção do drywall como solução preferencial em edifícios verticais com características semelhantes às do caso estudado.

REFERÊNCIAS

- ABIKO, Alex Kenya. **Introdução à gestão habitacional**: texto técnico. São Paulo: USP, 1995. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/372752846/Introducao-a-Gestao-Habitacional-Alex-Kenya-A-biko-1995>. Acesso em: 23 nov. 2025.
- ANTON, Laíse. **Análise de desempenho ambiental da cogeração de energia elétrica a partir de adições sucessivas de biomassa em destilaria autônoma**. 2017. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3137/tde-11042017-144742/pt-br.php>. Acesso em 20 nov. 2025.
- ARAÚJO, Margarete Maria de. **Recomendações para o projeto construtivo das paredes de vedação em alvenaria**: procedimentos para elaboração e padrão de apresentação. 1991. 195 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-01032004-150128/publico/DissertacaoMargarete.pdf>. Acesso em: 09 out. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5626**: Instalação predial de água fria e quente – Projeto, execução e manutenção. Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6120**: Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7170**: Tijolos e blocos cerâmicos — Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8545**: Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos – Procedimentos. Rio de Janeiro, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12721**: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios e edifícios — Procedimento. Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Terminologia. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14715**: Chapas de gesso para drywall – Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15253**: Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis de gesso acartonado – Requisitos. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15270:** componentes cerâmicos: blocos e tijolos para alvenaria: requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1:** Edificações habitacionais — Desempenho — Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-4:** Edifícios habitacionais — Desempenho — Parte 4: Requisitos para sistemas de vedações verticais internas e externas (SVVIE). Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15758:** Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall — Projeto e procedimentos executivos para montagem — Parte 1: Requisitos para sistemas usados como parede. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15758-2:** Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall — Parte 2: Fitas e massas para juntas. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16831:** Chapas de gesso diferenciadas para drywall — Classificação e requisitos. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14040:**2009. Gestão ambiental — Avaliação do ciclo de vida — Princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14044:**2009. Gestão ambiental — Avaliação do ciclo de vida — Requisitos e orientações. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL. **Desempenho acústico em sistemas drywall.** Autor: Carlos Roberto de Luca. Revisão técnica: Davi Akkerman. 2. ed. São Paulo: Associação Brasileira do Drywall, 2015. 23 p. Disponível em: https://etex.azureedge.net/pi4702/original/695857406/gypsum-manual_desempenho_acustico_drywall.pdf?brand=gypsum&market=br . Acesso em: 10 nov. 2025.

AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício até sua cobertura.** São Paulo: Edgard Blücher, 1997. 125p. Disponível em: https://duqueuai.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/09/o_edificio_ate_sua_cobertura_-_helio_alves_de_azeredo.pdf. Acesso em: 20 set. 2025.

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de construção.** 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. v. 1. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/651788244/Materiais-de-Construcao-Falcao-Bauer-Vol-1-5%C2%AA-Ed-p-25>. Acesso em: 05 nov. 2025.

CABRAL, Caroline Ferreira Soares. **Avaliação do ciclo de vida na produção industrial de queijo de cabra.** 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://portal.ifrj.edu.br/sites/default/files/IFRJ/PROPI/caroline_cabral.pdf Acesso em: 10 out. 2025.

CABEZA, Luisa F. *et al.* Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s.l.], v. 29, p. 394–416, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.037>. Acesso em: 16 out. 2025.

CAPUCHO, Nilton. Influência do peso de paredes em drywall na redução do custo de uma viga em concreto armado e da construção. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, n. 22, nov. 2019. Disponível em: <https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/download/461/423/2410>. Acesso em: 13 nov. 2025.

CARDOSO, D. L. A. **Vedações verticais e suas interfaces no sistema construtivo de edificações**. 2007. 166 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/server/api/core/bitstreams/e4465e2e-1aab-4a52-8e13-b25d86f9ba11/content>. Acesso em: 7 out. 2025.

CAYS, John. **Avaliação do ciclo de vida**: reduzindo o risco de impacto ambiental com dados de fluxo de trabalho confiáveis, 2017.

CHEHEBE, J. R. **Análise do ciclo de vida de produtos**: ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark; CNI, 1997.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/271748594/Relatorio-Brundtland-Nosso-Futuro-Comum-Em-Portugues>. Acesso em: 14 out. 2025.

COMO colocar chapas de gesso (drywall). Blog Leroy Merlin, 30 out. 2013. Disponível em: <https://blog.leroymerlin.com.br/como-colocar-chapas-de-gesso-drywall/>. Acesso em: 21 out. 2025.

CONDEIXA, Karina de Macedo Soares Pires. **Comparação entre materiais da construção civil através da avaliação do ciclo de vida**: sistema drywall e alvenaria de vedação. 2013. 210 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Karina-Condeixa/publication/264383223_Comparison_of_the_construction_materials_through_the_Life_Cycle_Assessment_Drywall_and_Masonry_in_Portuguese/links/5e1502eb4585159aa4bcdf3a/Comparison-of-the-construction-materials-through-the-Life-Cycle-Assessment-Drywall-and-Masonry-in-Portuguese.pdf. Acesso em: 27 ago. 2025.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL (CBCS). **Plataforma global de avaliação do ciclo de vida simplificado para construção sustentável**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: https://cbcs.org.br/wp-content/uploads/2025/09/CBCS_Posicionamentos_Plataforma-global.pdf. Acesso em: 29 nov. 2025.

EN 15804+A2 update and what it means for EPDs. Circular Ecology. Disponível em: <https://circularecology.com/en-15804-a2-epd-update.html>. Disponível em: <https://circularecology.com/en-15804-a2-epd-update.html>. Acesso em: 3 out. 2025.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 15804:2012+A2:2019** – Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products. Brussels: CEN, 2019. Disponível em: <https://nmfv.dk/wp-content/uploads/2024/01/EN-15804-A2.pdf>. Acesso em: 18 out. 2025.

EUROPEAN UNION. **Statistics explained:** carbon dioxide equivalent. Luxembourg: European Union, 2023. Disponível em: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Carbon_dioxide_equivalent. Acesso em: 1 dez. 2025.

FRANCO, L. S. O desempenho estrutural e a deformabilidade das vedações verticais. In: SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS, 1., 1998, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: EPUSP/PCC, 1998. p. 95-112. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001006075>. Acesso em: 25 fev. 2026.

GYPSUM DRYWALL. **Catálogo técnico:** manual técnico para especificações e montagem de sistemas Gypsum Drywall. Rio de Janeiro: Gypsum, 2014. Disponível em: https://etex.azureedge.net/pi102219/original/875635392/catalogo-tecnico-gypsum_.pdf?brand=gypsum&market=br. Acesso em: 10 nov. 2025.

HORTA, Ricardo Augusto dos Santos *et al.* Avaliação do ciclo de vida de sistemas de fechamento vertical: alvenaria de vedação vs. alvenaria estrutural - um estudo de caso brasileiro. **Revista Contemporânea**, Belo Horizonte, v. 3, n. 9, p. 16468-16509, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.56083/RCV3N9-157>. Acesso em: 02 nov. 2025.

KLÜPFER, Walter. Environmental life cycle analysis. **The International Journal of Life Cycle Analysis**, [s.l.], v. 3, n. 5, p. 280-280, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02979836>. 10 nov. 2025.

LAI, Luciano. **Verificação do custo-benefício do sistema drywall segundo a ABNT NBR 15575:2013.** 2016. 91 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10017882.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2025.

MANUAL de instalação: sistemas Knauf. Knauf, 2021. 58 p. Disponível em: <https://www.google.com/url?q=https://cdn.leroymerlin.com.br/medias/document-87553802-user-manual-chapa-de-drywall-standard-1,80x1,20m-branca-knauf.pdf&sa=D&source=docs&ust=1772118821665617&usg=AOvVaw3GKVUlcM6LiHWpOSahxpDT>. Acesso em: 10 nov. 2025.

MOGNON, Heloisa Belloni. **Gestão de processos e de qualidade:** estudo de caso em uma gerência de engenharia. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2022. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/32268/1/gestaoprocessosqualidadeestudo.pdf>. Acesso em: 15 nov. de 2025.

MUSSOI, Eduardo. **Análise comparativa da execução e desempenho de uma obra residencial em alvenaria convencional e drywall na cidade de Itapoá/SC**. 2022. 75 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2022. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/30557/3/analisecomparativaalvenariadrywall.pdf>. Acesso em: 11 nov. de 2025.

NICOMEDES, G.; QUALHARINI, E. Planejamento e controle de projeto para alvenarias em gesso acartonado: drywall e seus sistemas complementares. in: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 3., 2003, Belo Horizonte. **Anais** [...]. Belo Horizonte, 2003. Disponível em: https://proarq.fau.ufjf.br/public/editor/TESES%20E%20DISSERTACOES%20-PDF/Disserta%C3%A7%C3%A3oCompleta_Gabriela%20Nicomedes.pdf. Acesso em: 19 ago. 2025.

PLACO DO BRASIL. **Consigo um bom isolamento acústico somente com o drywall?** Blog Placo, [s.d.]. Disponível em: <https://www.placo.com.br/blog/consigo-um-bom-isolamento-acustico-somente-com-o-drywall>. Acesso em: 12 out. 2025.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento tecnológico de métodos construtivos para alvenarias e revestimentos**: recomendações para a construção de paredes de vedação em alvenaria. 1989. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-30082017-091328/publico/FernandoHenriqueSabbatini_T.pdf. Acesso em: 25 out. 2025.

SABBATINI, Fernando Henrique *et al.* **Tecnologia das construções de edifícios I**: PCC-2435: aulas 5 e 6: fundações. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2003. Slides. Disponível em: <https://organizaotc.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/04/fundac3a7ao-pcc-2435-2003-aulas-5-e-6.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2025.

SELMO, Sílvia Maria de Souza. **Dosagem de argamassas de cimento Portland e cal para revestimento externo de fachada dos edifícios**. 1989. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-08012025-091159/pt-br.php>. Acesso em: 11 nov. 2025.

TABELA de pesos de alvenarias e divisórias. Calculista de Aço, [s.d.]. Disponível em: <https://calculistadeaco.com.br/tabela-de-pesos-de-alvenarias-e-divisorias/>. Acesso em: 21 out. 2025.

TANIGUTI, E. K. **Método construtivo de vedação vertical interna em chapas de gesso acartonado**. 1999. 293 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-14112001-163706/publico/tdefinal.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2025.

THOMAZ, Ercio *et al.* **Código de práticas nº 01: alvenaria de vedação em blocos cerâmicos.** São Paulo: IPT, 2009. 65 p. Disponível em: <https://ceramicaermida.com.br/wp-content/uploads/2022/12/alvenaria-de-vedacao.pdf> Acesso em: 10 nov. 2025.

TOMASINI, Daniel Andreolio. **Análise técnica e econômica de edificação comercial e residencial de múltiplos pavimentos:** comparação entre vedação interna em alvenaria convencional e drywall. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade de Caxias do Sul, Bento Gonçalves, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/server/api/core/bitstreams/68745e2b-dbf4d11-9d57-f7c70f008f27/content>. Acesso em: 29 set. 2025.

TUCKER, Matthew. Sustainable practice for the facilities manager. **Journal of Facilities Management**, Oxford, v. 5, n. 3, p. 215-217, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/14725960710775090>. Acesso em: 16 nov. 2025.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Buildings and climate change:** summary for decision-makers. Paris, 2009. Disponível em: <https://unclearn.org/wp-content/uploads/library/unep207.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2025.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP); GLOBAL ALLIANCE FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION (GlobalABC). **Global Status Report for Buildings and Construction.** Nairobi: UNEP/GlobalABC, 2021; 2024. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/report/2021-global-status-report-buildings-and-construction>. Acesso em: 06 nov. 2025.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our common future.** Oxford: Oxford University Press, 1987. Disponível em: <https://ambiente.files.wordpress.com/2011/03/brundtland-report-our-common-future.pdf>. Acesso em: 12 out. 2025.

ZULIAN, C.S.; DONÁ, E.C.; VARGAS, C.L. **Alvenaria:** notas de aula da disciplina de Construção Civil. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2002. Disponível em: <https://sites.uepg.br/denge/aulas/alvenaria/Alvenaria.doc>. Acesso em: 15 set. 2025.

APÊNDICE A – ORÇAMENTO DRYWALL

FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DRYWALL					
Item	Descrição	Unid.	Quant.	Unt.	Total
1	Execução de Vedação em Paredes Drywall Simples -12-14mm (Placas ST) - fornecimento e instalação	m²	11070,73	R\$ 56,72	R\$ 627.912,78
2	Execução de Vedação em Paredes Drywall Simples 12-14mm (Placas RU) - fornecimento e instalação	m²	4638,31	R\$ 60,21	R\$ 279.289,24
3	Shaft Banheiros/Prumadas - fornecimento e instalação	und	171	R\$ 392,44	R\$ 67.107,49
4	Shaft com Ninho - Hall - fornecimento e instalação	und	18	R\$ 836,11	R\$ 15.049,94
5	Lã de Vidro 70-100mm - fornecimento e instalação	m²	3.566,88	R\$ 24,01	R\$ 85.650,18
6	Fita Banda Acústica 70/90 mm - fornecimento e instalação	m	5.196,00	R\$ 5,05	R\$ 26.265,57
7	Reforço MDF Pluss 18mm - 40-60cm - fornecimento e instalação	und	5.991,00	R\$ 44,83	R\$ 268.579,15
8	Faixa Tabeira - Considerado apenas nas paredes entre apartamentos - fornecimento e instalação	m	912,66	R\$ 36,42	R\$ 33.239,08
				TOTAL: R\$	1.403.093,44

LISTA DE INSUMOS DRYWALL					
Item	Descrição	Unid.	Quant.	Unt.	Total
1	GESSO COLA 5KG	und	17	8,94	R\$ 151,98
2	FITA WALPAPER 50MMX150M (WALSYWA	rl	186	60,10	R\$ 11.178,60
3	PARAFUSO TA 25 GYP CX / COM 1000 UND	cx	218	77,91	R\$ 16.984,38
4	PARAFUSO TA 35 GYP CX / COM 800 UND	cx	102	R\$ 89,46	R\$ 9.124,92
5	PARAFUSO METAL METAL AGULHA LA 4,2 X 13 C / 1.000 GYP	cx	41	R\$ 124,60	R\$ 5.108,60
6	REBITE 540 CROMADO	und	12.400,00	R\$ 0,36	R\$ 4.464,00
7	REFORÇO MDF PLUS GERMANO 1,5 x 18 X 60CM	und	2.230,00	R\$ 53,59	R\$ 119.505,70
8	REFORÇO MDF PLUS GERMANO 1,5 X 18 X 40CM	und	3.761,00	R\$ 44,90	R\$ 168.868,90
9	FITA BANDA ACUSTICA COLE FACIL CB 120 70 X 3MM C/ 10 M	rl	473,00	R\$ 45,31	R\$ 21.431,63
10	FITA BANDA ACUSTICA COLE FACIL CB 120 90 X 3MM C/ 10 M	rl	47,00	R\$ 55,54	R\$ 2.610,38
11	MASSA DRYWALL 25 KG STANDARD YESO	Bd	370,00	R\$ 145,50	R\$ 53.835,00
12	CANTONEIRA PERFURADA 23 X 23 X 3,00 MTS BARBIERI	und	391,00	R\$ 15,48	R\$ 6.051,51
13	CHAPA V GYPSUM ST BR-12,5-120*180	und	5640	R\$ 27,75	R\$ 156.510,00
14	CHAPA V GYPSUM RU BR-12,5-120*180	und	2280	R\$ 40,24	R\$ 91.747,20
15	GUIA 70 MM	ML	5421	R\$ 5,85	R\$ 31.712,85
16	GUIA 90 MM	ML	435	R\$ 6,76	R\$ 2.940,60
17	MONT 70 MM	ML	5148	R\$ 7,28	R\$ 37.477,44
18	MONT 90 MM	ML	19563,3	R\$ 6,44	R\$ 125.987,65
19	feltro wf pop 12500x1200x70	m²	3105	R\$ 17,77	R\$ 55.175,85
20	feltro wf pop 12500x1200x100	m²	477	R\$ 26,03	R\$ 12.416,31
				TOTAL: R\$	933.283,50

APÊNDICE B – ORÇAMENTO ALVENARIA

ALVENARIA DE BLOCOS VAZADOS DE CEÂMICA 14X19X39 cm								R\$ 1.916.295,50
VEDAÇÃO								
Tipo	Código	Insumo	Unid.	Coefficiente	m²	Quant.	Custo unitario	TOTAL
C	87292	Argamassa traço 1:2:8 (em volume de cimento,cal e areia média umida) para emboço/massa única/assentamento de alvenaria de vedação, preparo manual	m³	0,0077	15709,04	120,96	605,14	R\$ 73.197,50
C	88309	Pedreiro com encargos complementares	H	0,77	15709,04	12095,96	27,42	R\$ 331.671,25
C	88316	Servente com encargos complementares	H	0,385	15709,04	6047,98	22,26	R\$ 134.628,04
I	7268	Bloco cerâmico / tijolo vazado para alvenaria de vedação, furos na vertical de 9x19x29 cm(L X A X C)	un	18,87	15709,04	296429,58	0,98	R\$ 290.500,99
I	37395	Pino de aço com furo, haste 27 mm (ação direta)	cento	0,005	15709,04	78,55	41,93	R\$ 3.293,40
I	34557	Tela aço soldada galvanizada p / alvenaria malha 15x15 (50x7,5cm)	m	0,42	15709,04	6597,80	1,96	R\$ 12.931,68
TOTAL:								R\$ 846.222,86
CHAPISCO								
Tipo	Código	Insumo	Unid.	Coefficiente	m²	Quant.	Custo unitario	TOTAL
C	87313	Argamassa traço 1:3 (em volume de cimento e areia grossa úmida) para chapisco convencional, preparo manual	m³	0,0037	15709,04	58,12	134,98	R\$ 7.845,50
C	88309	Pedreiro com encargos complementares	H	0,0955	15709,04	1500,21	27,42	R\$ 41.135,85
C	88316	Servente com encargos complementares	H	0,0318	15709,04	499,55	22,26	R\$ 11.119,93
TOTAL:								R\$ 60.101,28
EMBOÇO								
Tipo	Código	Insumo	Unid.	Coefficiente	m²	Quant.	Custo unitario	TOTAL
C	87369	Argamassa traço 1:2:8 (em volume de cimento, cal e areia média úmida) para emboço para emboço/massa única/assentamento de alvenaria de vedação, preparo manual	m³	0,0304	15709,04	477,55	844,76	R\$ 403.419,21
C	88309	Pedreiro com encargos complementares	H	0,374	15709,04	5875,18	27,42	R\$ 161.097,46
C	88316	Servente com encargos complementares	H	0,187	15709,04	2937,59	22,26	R\$ 65.390,76
TOTAL:								R\$ 629.907,43
REBOCO								
Tipo	Código	Insumo	Unid.	Coefficiente	m²	Quant.	Custo unitario	TOTAL
C	87407	Massa única traço 1:2:8 (em volume de cimento, cal e areia média úmida), para recebimento de pintura ou cerâmica, em argamassa industrializada	m³	0,01	15709,04	158,66	1349,63	R\$ 214.134,06
C	88309	Pedreiro com encargos complementares	H	0,27	15709,04	4304,28	27,42	R\$ 118.023,27
C	88316	Servente com encargos complementares	H	0,14	15709,04	2152,14	22,26	R\$ 47.906,60
TOTAL:								R\$ 380.063,93

APÊNDICE C – CARGAS PERMANENTES

PAVIMENTOS	ALTURA VÃOS (m)	ALTURA PISO (m)	ALTURA LAJE(m)	FCK	PESO PRÓPRIO (KN/M²)	CONTRA PISO E PISO (KN/M²)	SOBRECARGA POR LAJE (KN/M²)	Σ G (KN/m²) PAVIMENTO	Σ Q (KN/m²) PAVIMENTO	AÇÕES PAVIMENT O (KN/m²)	G DRYWALL (KN/m²)	G BLOCO CERÂMICO (KN/m²)	Σ AÇÕES PAVIMENTO (TF/m²)	Σ AÇÕES PAVIMENTO + DRYWALL (TF/m²)	Σ AÇÕES PAVIMENTO + ALVENARIA (TF/m²)
1 VAZ	3,00	0,04	0,09	45	2,25	2,5	3	4,75	9	13,75	0,5	1,6	1,40	1,40	1,40
2 VAZ	3,00	0,04	0,09	45	2,25	2,5	3	4,75	9	13,75	0,5	1,6	1,40	1,40	1,40
3 VAZ	3,24	0,04	0,09	45	2,25	2,5	3	4,75	9	13,75	0,5	1,6	1,40	1,40	1,40
1 TIPO	3,00	0,04	0,09	45	2,25	1,2	1,5	3,45	4,5	7,95	0,5	1,6	0,81	0,86	0,97
2 TIPO	3,00	0,04	0,09	45	2,25	1,2	1,5	3,45	4,5	7,95	0,5	1,6	0,81	0,86	0,97
3 TIPO	3,00	0,04	0,09	45	2,25	1,2	1,5	3,45	4,5	7,95	0,5	1,6	0,81	0,86	0,97
4 TIPO	3,00	0,04	0,09	45	2,25	1,2	1,5	3,45	4,5	7,95	0,5	1,6	0,81	0,86	0,97
5 TIPO	3,00	0,04	0,09	45	2,25	1,2	1,5	3,45	4,5	7,95	0,5	1,6	0,81	0,86	0,97
6 TIPO	3,00	0,04	0,09	35	2,25	1,2	1,5	3,45	4,5	7,95	0,5	1,6	0,81	0,86	0,97
7 TIPO	5,10	0,04	0,09	35	2,25	1,2	1,5	3,45	4,5	7,95	0,5	1,6	0,81	0,86	0,97
8 TIPO	3,00	0,04	0,09	35	2,25	1,2	1,5	3,45	4,5	7,95	0,5	1,6	0,81	0,86	0,97
9 TIPO	3,00	0,04	0,09	35	2,25	1,2	1,5	3,45	4,5	7,95	0,5	1,6	0,81	0,86	0,97
10 TIPO	3,00	0,04	0,09	35	2,25	1,2	1,5	3,45	4,5	7,95	0,5	1,6	0,81	0,86	0,97
11 TIPO	3,00	0,04	0,09	35	2,25	1,2	1,5	3,45	4,5	7,95	0,5	1,6	0,81	0,86	0,97
12 TIPO	4,80	0,04	0,09	35	2,25	1,2	1,5	3,45	4,5	7,95	0,5	1,6	0,81	0,86	0,97
13 TIPO	3,00	0,04	0,09	35	2,25	1,5	3,5	3,75	10,5	14,25	0,5	1,6	1,45	1,50	1,62