



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

THAÍS CHRISTINE SOBRAL

**ANÁLISE COMPARATIVA DE PRODUTIVIDADE, CUSTO E DESEMPENHO DE
VEDAÇÕES DE BLOCOS CERÂMICOS E DRYWALL**

Recife

2023

THAÍS CHRISTINE SOBRAL

**ANÁLISE COMPARATIVA DE PRODUTIVIDADE, CUSTO E DESEMPENHO DE
VEDAÇÕES DE BLOCOS CERÂMICOS E DRYWALL**

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

Orientador (a): Prof. Dr. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade

Recife

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Sobral, Thaís Christine.

Análise Comparativa de Produtividade, Custo e Desempenho de
Vedações de Blocos Cerâmicos e Drywall / Thaís Christine Sobral. -
Recife, 2023.

62 : il., tab.

Orientador: Tibério Wanderley Correia De Oliveira Andrade

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências,
Engenharia Civil - Bacharelado, 2023.

Inclui referências, anexos.

1. Blocos Cerâmicos. 2. Drywall. 3. Produtividade. 4. Custo. 5.
Desempenho. I. Wanderley Correia De Oliveira Andrade, Tibério.
(Orientação).

II. Título.

620 CDD (22.ed.)

THAÍS CHRISTINE SOBRAL

**ANÁLISE COMPARATIVA DE PRODUTIVIDADE, CUSTO E DESEMPENHO DE
VEDAÇÕES DE BLOCOS CERÂMICOS E DRYWALL**

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

Aprovado em: 05/05/2023

BANCA EXAMINADORA

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

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

Me. João Ribeiro de Carvalho (Examinador Externo)
Tecomat Engenharia

Dedico este trabalho à todas as pessoas que possuem um sonho e, que apesar das adversidades que o mundo impõe, não deixam de lutar por ele.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Deus por ser minha fortaleza em todos os momentos de dificuldade e, também, por me conceder grandes graças, como o dom da vida.

Ao meu pai, Antonio, por todo incentivo, investimento e palavras de conforto dados. Obrigada por sempre se referir a mim com tanto orgulho!

À minha mãe, Denise, pelo incentivo e exemplo de força. Obrigada pelas conversas, conselhos e apoio em todas as minhas decisões.

Às minhas irmãs, Úrsula e Carla, e à minha sobrinha, Júlia, pelo apoio, incentivo, momentos de descontração e por me fazerem acreditar de que eu sou capaz de conquistar tudo o que almejo.

À João Lucas, meu colega de curso e parceiro da vida, pelo nosso encontro, calma e otimismo nos momentos de aflição e por celebrar cada pequena vitória nossa.

Ao meu orientador, Professor Tibério, pelos ensinamentos transmitidos e por permitir que eu continuasse com o meu projeto.

À Otávio e Matheus, por toda contribuição e auxílio no desenvolvimento do meu trabalho.

Por último, e não menos importante, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu chegasse até este momento.

*“Lembre-se que as pessoas podem tirar tudo
de você, menos o seu conhecimento.”*
(Albert Einstein).

RESUMO

Durante a elaboração de projetos de um empreendimento, a produtividade, o custo e o desempenho são variáveis de grande importância que devem ser consideradas para a escolha do sistema de vedação vertical – SVV. Com o objetivo de atender a estes requisitos, novas metodologias vêm sendo adotadas no mercado, principalmente após a pandemia do Covid-19, que interferiu no mercado da construção civil, afetando cronogramas e disponibilidade de materiais, além da influência nos hábitos de usuários finais das edificações. Assim sendo, o estudo em questão realizou uma análise comparativa entre SVV constituídos por blocos cerâmicos e drywall, sendo os dados relativos à produtividade e custo obtidos através do Relatório de Insumos e Composições do SINAPI e, as estimativas dos desempenhos térmico e acústico obtidos através do estudo documental de uma análise técnica de um empreendimento, localizado no Nordeste, numa região de zona bioclimática 08. Após a identificação das composições necessárias para a execução de cada um dos métodos de vedação estudado, a produtividade média (Hh/m^2) foi calculada após o somatório dos índices mais relevantes de serviço da mão de obra presente, enquanto o custo unitário foi determinado ao considerar os valores estimados para o estado de Pernambuco em fevereiro de 2023. Para os sistemas de vedações verticais externas – SVVE – constituídos de blocos cerâmicos, a produtividade foi de $3,06 Hh/m^2$, com um custo unitário de execução de R\$ 390,57, enquanto o drywall obteve uma produtividade de $0,76 Hh/m^2$ e custo unitário de R\$ 226,15. Já para os sistemas de vedações verticais internos – SVVI – compostos por blocos cerâmicos, a produtividade média foi de $1,29 Hh/m^2$ e custo de R\$ 112,43, enquanto o drywall apresenta uma produtividade de $0,95 Hh/m^2$ e custo unitário de R\$ 192,49. No que tange ao desempenho térmico, foram analisados dois dos cinco requisitos mínimos estabelecidos na ABNT NBR 15575 para o SVVE, a Transmitância Térmica (U_{par}) e a Capacidade Térmica (CT_{par}). Quando os blocos cerâmicos são considerados como opção, o SVVI apresenta $U_{par} = 2,30 W/m^2 \cdot K$ e $CT_{par} = 160,00 KJ/m^2$, enquanto a opção com drywall apresenta $U_{par} = 0,45 W/m^2 \cdot K$ e $CT_{par} = 33,00 KJ/m^2$. Ambos atendem aos requisitos estabelecidos, entretanto, por possuir um menor valor de U_{par} , o drywall é considerado como melhor isolante. Para a verificação do desempenho acústico dos

SVVI, foram identificadas três das sete situações listadas pela norma de desempenho e, quando constituídos por blocos cerâmicos, apenas três das quinze vedações analisadas atendiam ao intervalo de Diferença Padronizada de Nível Ponderado ($D_{nT,w}$) estabelecido, enquanto as vedações constituídas por drywall foram capazes de atender a todos os requisitos determinados. Diante dos resultados expostos, é possível apontar que o drywall é o sistema que apresenta melhor produtividade, no que se refere às vedações verticais externas e internas, melhor custo para a execução de vedações externas e melhor desempenhos térmico e acústico quando comparado aos blocos cerâmicos, tornando-se a opção mais viável para a execução do empreendimento, tendo em vista que os blocos cerâmicos se apresentaram como opção mais vantajosa para a execução das vedações verticais internas.

Palavras-chave: Bloco Cerâmico; Drywall; Produtividade; Custo; Desempenho Térmico; Desempenho Acústico.

ABSTRACT

During the elaboration of projects of an enterprise, the productivity, the cost and the performance are variables of great importance that must be considered when choosing the vertical fence system - SVV. In order to meet these requirements, new methodologies have been adopted in the market, mainly after the Covid-19 pandemic, which interfered in the civil construction market, affecting schedules and availability of materials, in addition to influencing the habits of end users of construction sites. buildings. Therefore, the study in question carried out a comparative analysis between SVV made up of ceramic blocks and drywall, with the data relating to productivity and cost obtained through the Report of Inputs and Compositions of SINAPI, and the estimates of the thermal and acoustic performances obtained through the documentary study of a technical analysis of an undertaking, located in the Northeast, in a region of bioclimatic zone 08. After identifying the necessary compositions for the execution of each of the studied sealing methods, the average productivity (Hh/m²) was calculated after the sum of the most relevant service indices of the present workforce, while the unit cost was determined by considering the estimated values for the state of Pernambuco in February 2023. For external vertical sealing systems – SVVE – consisting of ceramic blocks , productivity was 3.06 Mh/m², with a unit cost of execution of R\$ 390.57, while drywall obtained a productivity of 0.76 Mh/m² and unit cost of R\$ 226.15. As for the internal vertical sealing systems – SVVI – composed of ceramic blocks, the average productivity was 1.29 Mh/m² and cost R\$ 112.43, while the drywall presents a productivity of 0.95 Mh/m² and unit cost of R\$ 192.49. With regard to thermal performance, two of the five minimum requirements established in ABNT NBR 15575 for SVVE were analyzed, Thermal Transmittance (U_{par}) and Thermal Capacity (CT_{par}). When ceramic blocks are considered as an option, the SVVI presents $U_{par} = 2.30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ and $CT_{par} = 160.00 \text{ KJ/m}^2$, while the drywall option presents $U_{par} = 0.45 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ and $CT_{par} = 33.00 \text{ KJ/m}^2$. Both meet the established requirements, however, as it has a lower U_{par} value, drywall is considered the best insulator. To verify the acoustic performance of the SVVI, three of the seven situations listed by the performance standard were identified and, when made up of ceramic blocks, only three of the fifteen seals analyzed met the Weighted Level Standardized Difference

interval ($D_{nT,w}$) established, while the seals made of drywall were able to meet all the determined requirements. In view of the exposed results, it is possible to point out that drywall is the system that presents the best productivity, with regard to external and internal vertical seals, better cost for the execution of external seals and better thermal and acoustic performances when compared to ceramic blocks, becoming the most viable option for the execution of the enterprise, considering that the ceramic blocks were presented as the most advantageous option for the execution of the internal vertical fences.

Keywords: Ceramic Block; Drywall; Productivity; Cost; Thermal Performance; Acoustic Performance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Organograma sintético da vedação vertical e seus principais elementos. .	19
Figura 2: Chapa com borda rebaixada.	26
Figura 3: Chapa com borda quadrada.	26
Figura 4: Representação da produtividade.	28
Figura 5: Zoneamento bioclimático brasileiro.	31
Figura 6: Planta baixa do pavimento garagem.	40
Figura 7: Planta baixa do pavimento tipo.	41
Figura 8: Planta baixa do pavimento de cobertura.	42
Figura 9: Sistemas de vedações verticais externos avaliados no desempenho térmico.	43
Figura 10: Sistemas de vedações verticais internos avaliados no desempenho acústico.	43
Figura 11: Sistema de vedação vertical interno alternativo no desempenho acústico	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dimensões nominais de blocos cerâmicos de vedação - VED.....	21
Tabela 2: Exemplos de aplicações conforme a categoria.	24
Tabela 3: Tolerâncias na espessura nominal para chapas cimentícias.	24
Tabela 4: Tolerâncias de Linearidade das Bordas e Esquadro das Chapas.	24
Tabela 5: Tolerâncias das características geométricas das chapas de gesso para drywall.	26
Tabela 6: Limites para as características físicas e mecânicas das chapas de gesso para drywall.	27
Tabela 7: Transmitância térmica de referência para paredes externas.....	32
Tabela 8: Capacidade térmica de referência para paredes externas.	32
Tabela 9: Percentual de abertura de referência para ventilação.	33
Tabela 10: Proporção de referência dos elementos transparentes.	33
Tabela 11: Critério de avaliação de desempenho térmico.	34
Tabela 12: Critério de desempenho, $D_{2m,nT,w}$, de isolamento a ruído aéreo de vedações externas – Dormitórios – Nível de desempenho mínimo.....	35
Tabela 13: Critério de desempenho, $D_{nT,w}$, de isolamento a ruído aéreo de vedações verticais internas – Nível de desempenho mínimo.....	36
Tabela 14: Valores de referência de R_w composto de isolamento a ruído aéreo de fachadas (dormitórios e salas) – Nível de desempenho mínimo.....	37
Tabela 15: Valores de referência, R_w , de isolamento a ruído aéreo de vedações verticais internas - Nível de desempenho mínimo.....	37
Tabela 16: Produtividade e Custo para execução de 1 m ² - SVVE.	45
Tabela 17: Produtividade e Custo para execução de 1 m ² - SVVI.	45
Tabela 18: Valores dos requisitos obtidos.....	46
Tabela 19: Avaliação das vedações verticais internas - Pavimento tipo.	48
Tabela 20: Avaliação das vedações verticais internas – Pavimento tipo – Blocos cerâmicos preenchidos com argamassa.	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APP	Ambiente de Permanência Prolongada
APT	Ambiente de Permanência Transitória
BCE	Bloco Cerâmico
DWR	Drywall
NBR	Norma Brasileira
RUP	Razão Unitária de Produção
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SVV	Sistema de Vedação Vertical
SVVE	Sistema de Vedação Vertical Externo
SVVI	Sistema de Vedação Vertical Interno
SVVI	Sistema de Vedação Vertical Interno
UH	Unidade Habitacional
VED	Vedação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO.....	17
1.2	OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS	17
1.2.1	<i>Objetivo Geral.....</i>	<i>17</i>
1.2.2	<i>Objetivos Específicos</i>	<i>18</i>
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	VEDAÇÃO VERTICAL.....	19
2.1.1	<i>Blocos Cerâmicos.....</i>	<i>20</i>
2.1.1.1	Requisitos.....	20
2.1.1.2	Processo Construtivo	22
2.1.2	<i>Drywall.....</i>	<i>23</i>
2.1.2.1	Requisitos.....	23
2.1.2.2	Processo Construtivo	27
2.2	PRODUTIVIDADE E CUSTO.....	28
2.3	DESEMPENHO	30
2.3.1	<i>Desempenho Térmico</i>	<i>30</i>
2.3.2	<i>Desempenho Acústico.....</i>	<i>34</i>
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	39
3.2	DADOS DO SINAPI	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
4.1	PRODUTIVIDADE E CUSTO.....	45
4.2	DESEMPENHO TÉRMICO.....	46
4.3	DESEMPENHO ACÚSTICO.....	47
5	CONCLUSÕES.....	50
	REFERÊNCIAS.....	51
	ANEXO A - COMPOSIÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO REFERENTE AO SVVE - BLOCOS CERÂMICOS.....	54

ANEXO B - COMPOSIÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO REFERENTE AO SVVE – DRYWALL	57
ANEXO C - COMPOSIÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO REFERENTE AO SVVI – BLOCOS CERÂMICOS	59
ANEXO D - COMPOSIÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO REFERENTE AO SVVI - DRYWALL	60

1 INTRODUÇÃO

A Construção Civil brasileira sempre se mostrou tradicional quanto aos métodos e tecnologias empregados na execução de seus produtos em consequência da cultura do setor, que tende a resistir à adoção de novos processos construtivos e pouco investem na qualificação da mão de obra. Tal prática reflete em questões importantes, causando a baixa produtividade e não cumprimento de metas e prazos, baixa qualidade dos serviços prestados, retrabalho, desperdício de materiais e custos não previstos, gerando insatisfação do cliente e usuário final (VIEIRA, 2006).

Contudo, com a pandemia do Covid-19, a Indústria da Construção Civil compreendeu que deveria investir em métodos mais modernos e otimizados, tanto para atender as altas demandas do mercado, como para dar prosseguimento aos serviços e projetos em execução (PEREIRA; AZEVEDO, 2020). Adicionalmente, o isolamento social, que resultou numa maior permanência nos lares em função do trabalho em home office e aulas à distância, fez com que os usuários das edificações passassem a valorizar cada vez mais seu conforto e privacidade, recorrendo e cobrando às construtoras investimentos relacionados ao desempenho das habitações (BRITO; IKEDA; AKUTSU, 2020).

Neste contexto, surgem as vedações verticais, sistema capaz de influenciar na produtividade e custo de uma edificação, que fornecem proteção ao usuário e, conforme a ABNT NBR 15575-4 (2021), possuem como função principal a limitação da própria edificação, assim como de seus ambientes. Para a execução dessas, são diversos os tipos de materiais que podem ser escolhidos, tais como: os blocos de concreto, blocos cerâmicos, blocos de concreto celular, drywall, steel framing, PVC, divisórias modulares, entre outros.

Um dos métodos de vedação mais populares do Brasil, principalmente nas construções de pequeno porte, é a alvenaria composta por blocos cerâmicos e, também, por argamassa (ROSA et al., 2018). Os blocos cerâmicos, que são considerados como pedras artificiais, têm sua indústria como uma das mais antigas do mundo, tendo em vista a facilidade de obtenção de sua matéria-prima, a argila, e sua fabricação, que segue os seguintes processos: extração e preparação da argila, moldagem, secagem, cozimento e esfriamento (BAUER, 2008). Já as argamassas, que resultam da mistura entre a água, o cimento e a areia, tem uma importante

função na alvenaria: a de realizar a ligação entre os componentes, além de contribuir na resistência mecânica do sistema e estanqueidade à água das juntas (THOMAZ et al., 2009).

Já a construção a seco é um método em ascensão que, em decorrência do processo de industrialização, dispensa o uso de água no processo executivo. Dentre os principais exemplos deste método está o drywall, composto por perfis metálicos e chapas para concluir a vedação. Tradicionalmente constituído por chapas de gesso acartonado, recomendado para vedações internas, o drywall pode ser utilizado em áreas externas quando a face exposta a este ambiente é constituída por outro material, como a placa cimentícia (FLEURY, 2014).

Diante da importância do sistema de vedações verticais e das peculiaridades de cada método citado, blocos cerâmicos e drywall, faz-se necessário um estudo comparativo entre estes no que se refere a produtividade, custo e desempenhos térmico e acústico, tema de grande relevância para as construtoras e usuários após a elaboração da respectiva norma.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

A motivação se dá pela necessidade de explorar métodos construtivos que não sejam somente os tradicionalmente utilizados, como os blocos cerâmicos, que, apesar das suas vantagens e maior popularidade, não são totalmente capazes de atender às novas demandas e exigências do mercado. Por esse motivo, traz-se o drywall como alternativa viável, capaz de melhorar o desempenho das edificações, assim como a produtividade das vedações verticais, reduzir os custos e os desperdícios em campo.

1.2 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

1.2.1 Objetivo Geral

Realizar um estudo comparativo entre os métodos construtivos de alvenaria de blocos cerâmicos e drywall no que se refere à produtividade, custo e desempenhos térmico e acústico.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar os requisitos dos materiais constituintes dos métodos construtivos de alvenaria de blocos cerâmicos e paredes em drywall;
- Descrever o processo construtivo dos métodos apresentados;
- Comparar a produtividade e custo unitário dos métodos apresentados;
- Comparar o desempenho térmico e acústico dos métodos apresentados;
- Analisar as vantagens e desvantagens em relação ao uso dos métodos apresentados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

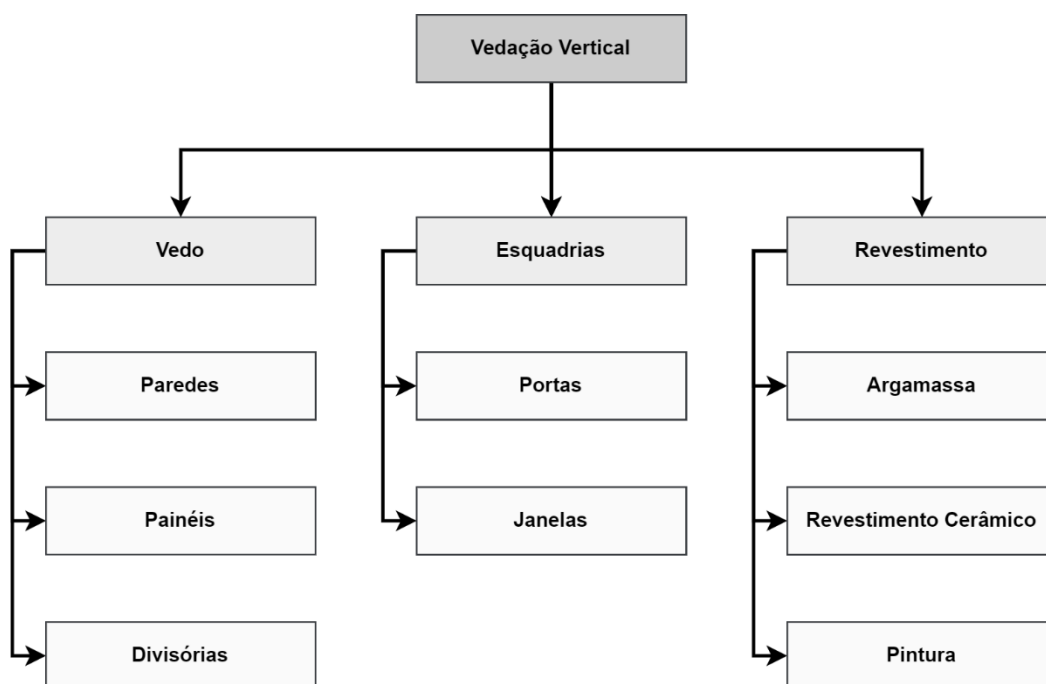
2.1 VEDAÇÃO VERTICAL

A vedação vertical é classificada como subsistema de uma edificação que tem, conforme a ABNT NBR 15575-4 (2021), a função de limitar verticalmente a construção, assim como seus ambientes, através de fachadas, paredes e divisões internas. Desta forma, é possível controlar a ação de agentes externos, tais como intempéries, umidade e variações de temperatura e ruídos, a fim de garantir a habitabilidade do edifício, como, também, a proteção de outros sistemas, a exemplo dos sistemas elétrico e hidrossanitário.

Este subsistema, de acordo com Cardoso (2007), é composto pelos elementos descritos na sequência e exemplificados na Figura 1.

- Vedo: As paredes e as divisões internas caracterizam a vedação vertical;
- Esquadrias: São os elementos responsáveis pelo controle de acesso aos ambientes da edificação;
- Revestimento: É o elemento responsável pelo acabamento e embelezamento da edificação.

Figura 1: Organograma sintético da vedação vertical e seus principais elementos.



Fonte: A autora (2023).

Assim sendo, as vedações, mais especificamente as paredes, podem ser compostas de diversos materiais, como os blocos cerâmicos, bastante conhecidos e empregados no Brasil, e o drywall, ambos apresentados nos tópicos a seguir.

2.1.1 Blocos Cerâmicos

2.1.1.1 Requisitos

Conforme a ABNT NBR 15270-1 (2017), os blocos cerâmicos destinados à construção de vedações verticais, devem ser fabricados por conformação plástica de matéria-prima argilosa, podendo haver a adição de aditivos. Os blocos, após a moldagem, são queimados em fornos a temperaturas elevadas e devem ter, em uma de suas faces, informações relacionadas ao fabricante, como nome e CNPJ, assim como o registro das dimensões, ou seja, largura, altura e comprimento (L x H x C), lote ou data de fabricação, assim com um canal de atendimento ao cliente.

Os blocos de vedação podem ser fabricados tanto para vedações gerais quanto racionalizadas, ou seja, deve-se levar em consideração as necessidades do projeto a fim de se obter melhor aproveitamento. Devem possuir 70 mm como espessura mínima, sendo estes blocos recomendados para funções secundárias, como shafts ou pequenos enchimentos. Quando a direção dos furos se encontra no sentido horizontal, como comumente é utilizado, possui uma resistência característica mínima (f_b mínimo) de 1,50 MPa, absorção de água variando entre 8 e 25%, com espessura mínima da parede externa de 7 mm, sendo a mínima interna não definida, desde que a soma das paredes internas e externas, em uma mesma seção transversal, some 20 mm (ABNT NBR 15270-1, 2017).

É importante que os blocos a serem utilizados em uma vedação não apresentem quebras, superfícies irregulares ou deformações que prejudiquem a execução da alvenaria. Por isso, devem apresentar a forma de um prisma reto e suas dimensões devem respeitar as proporções estabelecidas em norma, exibidas na Tabela 1, no qual considera o módulo dimensional $M = 10$ cm.

Tabela 1: Dimensões nominais de blocos cerâmicos de vedação - VED.

Dimensões Modulares L x H x C Módulo dimensional M = 10 cm	Dimensões nominais cm			
	Largura L	Altura H	Comprimento C	
			Bloco principal	1/2 bloco
(1) M × (1) M × (2) M	9	9	19	9
(1) M × (1) M × (5/2) M			24	11,5
(1) M × (3/2) M × (2) M		14	19	9
(1) M × (3/2) M × (5/2) M			24	11,5
(1) M × (3/2) M × (3) M			29	14
(1) M × (2) M × (2) M		19	19	9
(1) M × (2) M × (5/2) M			24	11,5
(1) M × (2) M × (3) M			29	14
(1) M × (2) M × (4) M			39	19
(5/4) M × (5/4) M × (5/2) M	11,5	11,5	24	11,5
(5/4) M × (3/2) M × (5/2) M		14	24	11,5
(5/4) M × (2) M × (2) M		19	19	9
(5/4) M × (2) M × (5/2) M			24	11,5
(5/4) M × (2) M × (3) M			29	14
(5/4) M × (2) M × (4) M			39	19
(3/2) M × (1) M × (5/2) M	14	9	24	11,5
(3/2) M × (1) M × (3) M			29	14
(3/2) M × (2) M × (2) M		19	19	9
(3/2) M × (2) M × (5/2) M			24	11,5
(3/2) M × (2) M × (3) M			29	14
(3/2) M × (2) M × (4) M			39	19
(2) M × (2) M × (2) M	19	19	19	9
(2) M × (2) M × (5/2) M			24	11,5
(2) M × (2) M × (3) M			29	14
(2) M × (2) M × (4) M			39	19
(5/2) M × (5/2) M × (5/2) M	24	24	24	11,5
(5/2) M × (5/2) M × (3) M			29	14
(5/2) M × (5/2) M × (4) M			39	19
NOTA Os blocos com largura de 7,0 cm e altura de 19 cm são admitidos excepcionalmente, somente em funções secundárias (como "shafts" ou pequenos enchimentos) e respaldados por projeto com identificação do responsável técnico.				

Fonte: ABNT NBR 15270-1 (2017).

Como requisitos específicos, temos que a tolerância das dimensões, quando consideramos a unidade, é de ± 5 mm, e de, para o conjunto, ± 3 mm. Estes mesmos valores são considerados quando se verifica a espessura dos septos e das

paredes externas. A soma das paredes externas e septos devem ser, de no mínimo, 20 mm, sem tolerância de valor mínimo. O desvio em relação ao esquadro (D) deve ser de no máximo 3 mm, assim como a planeza das faces (F) (ABNT NBR 15270-1, 2021).

2.1.1.2 Processo Construtivo

Quando se trata do processo construtivo de vedações em blocos cerâmicos, é recomendado que a locação das alvenarias seja realizada, inicialmente, pelas paredes de fachada e paredes internas principais. Na sequência, a execução da primeira fiada será realizada, sendo os blocos dos cantos assentados primeiro sobre a camada de argamassa. A primeira fiada influenciará na qualidade e nas características de toda a alvenaria, devendo ser realizada com todo cuidado (THOMAZ et al., 2009).

Nos casos em que a estrutura da edificação é em concreto armado, as alvenarias só devem ser realizadas 28 dias após a concretagem, não sendo necessária essa espera quando se trata de estruturas em aço, e pontos como nivelamento (alinhamento horizontal), prumo (alinhamento vertical), alinhamento e perpendicularidade entre as paredes devem ser verificados a cada duas ou três fiadas executadas. Ainda sobre a elevação das alvenarias, é importante que estas sejam executadas, primeiramente, em meia altura, de modo que a parte executada seja capaz de adquirir certa resistência para que, em seguida, a altura seja complementada. Além disso, as paredes de um mesmo pavimento devem ser construídas ao mesmo tempo, pois, dessa maneira, a estrutura da edificação não seja sobrecarregada desproporcionalmente (THOMAZ et al., 2009).

Todos os detalhes de projetos devem ser considerados, como posicionamento das caixas elétricas, pontos de água, passagens elétricas, hidrossanitárias, gás e telecomunicações, além de outros elementos fundamentais, como vergas e contravergas, pilaretes, blocos menores e encunhamento (THOMAZ et al., 2009).

2.1.2 Drywall

2.1.2.1 Requisitos

As vedações verticais executadas através dos métodos disponíveis de construções a seco, geralmente, são compostas por três partes, sendo a primeira referente ao fechamento externo, responsável pela delimitação das áreas molháveis, como as placas cimentícias, enquanto que a segunda parte lida com os isolantes térmicos e acústicos, tais como lã de vidro ou de rocha, que são posicionados entre as placas e montantes da estrutura e, por fim, a terceira parte corresponde aos fechamentos internos, implantados em áreas somente secas ou úmidas, a exemplo do gesso acartonado (DOMARASCKI; FAGIANI, 2009).

Quanto à placa cimentícia, a ABNT NBR 15498 (2021) a define como um produto resultante de processos industriais entre ligantes hidráulicos, como o cimento Portland, agregados e aditivos, reforçados com fibras ou telas, geralmente sintéticas. Tais placas, utilizadas tanto em ambientes internos quanto externos, proporcionam uma rápida execução e, ainda, tendem a ser 10 vezes mais leves que a alvenaria tradicional, contribuindo na redução do dimensionamento e nos custos das estruturas e fundações (SILVA, 2013b).

Também vale destacar que as placas, de acordo com a ABNT NBR 15498 (2021), devem ser armazenadas, manuseadas e instaladas conforme recomendações do fabricante, sendo obrigação deste informar, no produto, sua categoria, distribuídas entre as categorias A, B ou C.

- Chapas Categoria A: Indicadas para aplicações externas, podem ser ou não revestidas. Resistem à ação direta das intempéries;
- Chapas Categoria B: Indicadas para aplicações externas, desde que não estejam expostas à ação direta das intempéries. Resistem, apenas, à umidade e ao calor;
- Chapas Categoria C: Indicadas para aplicações internas e resistem, somente, ao calor e à umidade.

Na Tabela 2 são apresentadas diversas aplicações das placas cimentícias, de acordo com cada categoria.

Tabela 2: Exemplos de aplicações conforme a categoria.

Aplicação	Categoria Mínima
Fachada aparente	A
Fachada ventilada	A
Revestimentos externos ou sidings	A
Fachada renderizada, ou com base coat ou com tipo EIFS	B
Substrato para acabamentos de fachadas	B
Substrato para pisos externos	B
Beirais	B
Divisórias internas e forros	C
Substrato não estrutural para pisos internos	C
Áreas internas úmidas (cozinha, box de banheiro, lavanderia)	C
NOTA Outras aplicações podem ser acordadas entre fabricante e comprador	

Fonte: ABNT NBR 15498 (2021).

No que se refere às dimensões das chapas, tais como comprimento e largura, a norma estabelece que estas devem ser fornecidas pelo fabricante e a tolerância permitida é de ± 2 mm. Com relação à espessura, as chapas são fornecidas com até 40 mm e, quando não texturizadas, as tolerâncias devem seguir as condições apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Tolerâncias na espessura nominal para chapas cimentícias.

Espessura nominal mm	Tolerância mm
$e < 10$	$\pm 0,6$
$10 \leq e < 15$	$\pm 1,0$
$15 \leq e < 20$	$\pm 1,5$
$e \geq 20$	$\pm 2,0$

Fonte: ABNT NBR 15498 (2021).

Outros requisitos a serem verificados, como a linearidade das bordas e esquadro da chapa, também possuem tolerâncias especificadas, conforme a Tabela 4.

Tabela 4: Tolerâncias de Linearidade das Bordas e Esquadro das Chapas.

Requisito	Tolerância dimensional mm/m
Linearidade das bordas	3,0
Esquadro da chapa	4,0

Fonte: ABNT NBR 15498 (2021).

Os isolantes, materiais posicionados entre as placas e os montantes das estruturas, são capazes de reduzir ou impedir a transferência de calor ou de sons entre os ambientes, sendo chamados, também, de isolantes termoacústicos. Dentre os principais isolantes presentes no mercado, destacam-se a lã de vidro e a lã de rocha, que serão detalhados na sequência, e, além destes, a lã de PET, as espumas acústicas e as borrachas sintéticas (SILVA, 2013).

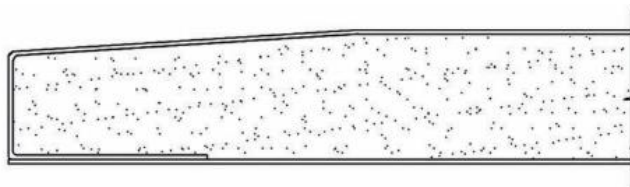
- Lã de vidro: Composta por areia e cacos de vidro reciclado, além de ser indicada no isolamento termoacústico, também possui a capacidade de impedir a propagação de chamas em incêndios. Pode ser encontrada no mercado em painéis ou rolos e possui uma fácil aplicação devido à sua flexibilidade e elasticidade;
- Lã de rocha: Produzida a partir de rochas vulcânicas, é um material incombustível e impermeável ao ar e ao vapor de água, entretanto, não retém água. Assim como a lã de vidro, também pode ser encontrada em forma de painéis e rolos.

As placas de gesso para drywall, como consta na ABNT NBR 14715 (2021), são classificadas em três tipos, de acordo com sua aplicação. Sendo assim, se tem:

- Standart (ST): utilizada para execução de paredes, revestimento e forros em áreas secas ou molhadas, desde que previsto em projeto;
- Resistente à umidade (RU): assim como a chapa Standart, pode ser utilizada na execução de paredes, revestimentos e forros para áreas sujeitas à umidade;
- Resistente ao fogo (RF): as chapas também podem ser utilizadas para execução de paredes, revestimentos e forros em áreas secas, mas com a característica especial de resistência ao fogo.

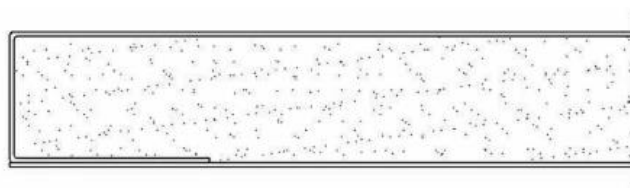
Além dos tipos de chapa e sua aplicabilidade, as placas de gesso para drywall ainda possuem um diferencial no que se refere ao tipo de borda, podendo ser borda rebaixada, como mostra a Figura 2, ou borda quadrada, como na Figura 3.

Figura 2: Chapa com borda rebaixada.



Fonte: ABNT NBR 14715-1 (2021).

Figura 3: Chapa com borda quadrada.



Fonte: ABNT NBR 14715-1 (2021).

É importante, ainda, que as chapas sejam identificadas com informações relacionadas à marca ou ao nome do fabricante, lote de produção, tipo de chapa e borda, espessura e referência à norma correspondente. Adicionalmente, as chapas devem ter aspecto sólido, faces planas e sem ondulações, ausência de manchas e cartão bem aderido ao gesso, como orienta a ABNT NBR 14715 (2021).

No que tange às suas características, devem ser verificadas as geométricas e físicas, conforme a Tabela 5 e a Tabela 6.

Tabela 5: Tolerâncias das características geométricas das chapas de gesso para drywall.

Característica geométrica			Tolerância	Limite
Espessura	9,5 mm		± 0,5 mm	-
	12,5 mm			-
	15,0 mm			-
Largura			+ 0 / - 4 mm	Máximo de 1200 mm
Comprimento			+ 0 / - 5 mm	Máximo de 3600 mm
Esquadro			≤ 2,5 mm	-
Rebaixo ^a	Largura	Mínimo	-	40 mm
		Máximo	-	80 mm
	Profundidade	Mínimo	-	0,6 mm
		Máximo	-	2,5 mm

^a A borda rebaixada deve estar situada na face da frente da chapa e sua largura e profundidade devem ser medidas de acordo com a ABNT NBR 14715-2

Fonte: ABNT NBR 14715-1 (2021).

Tabela 6: Limites para as características físicas e mecânicas das chapas de gesso para drywall.

Características		Limites		
		Espessura da chapa - mm		
		9,5	12,5	15,0
Densidade superficial da massa - kg/m²	Mínima	6,5	8,0	10,0
	Máxima	8,5	12,0	14,0
	Variação máxima em relação à média das amostras de um lote	± 0,5		
Resistência mínima à ruptura na flexão - N	Longitudinal ^a	400	550	650
	Transversal ^b	160	210	250
Dureza superficial determinada pelo diâmetro máximo da mocha - mm		20		
Absorção máxima de água para chapa resistente à umidade (RU) - %		5		
^a Amostra com a face da frente virada para baixo. Carga aplicada na face do verso.				
^b Amostra com a face da frente virada para cima. Carga aplicada na face da frente.				

Fonte: ABNT NBR 14715-1 (2021).

2.1.2.2 Processo Construtivo

A execução de vedações em drywall pode ser realizada conforme orientação dada pela ABNT NBR 15758-1 (2009). A sequência é válida para qualquer um dos três tipos de chapas disponíveis para drywall.

Antes de se iniciar o processo de montagem, alguns requisitos devem ser atendidos, tais como: locação das paredes em todos os ambientes considerando, como referência, os eixos, assim como a compatibilidade do projeto de vedação junto aos projetos das demais disciplinas, proteção contra a umidade e revestimento de vedações internas e externas que não possuirão o drywall como método de vedação, como poços de elevador e fachada, nivelamento e resistência do piso, posicionamento das saídas das instalações e compatibilidade dos dispositivos de fixação e suporte.

Após todos os pontos anteriormente citados serem atendidos, tanto o piso quanto o teto serão marcados com o auxílio do nível e do prumo, para que as guias, perfilados de aço, no formato da letra U, utilizados para a estruturação das paredes no sentido horizontal, sejam fixadas e sejam definidos os pontos de referência dos

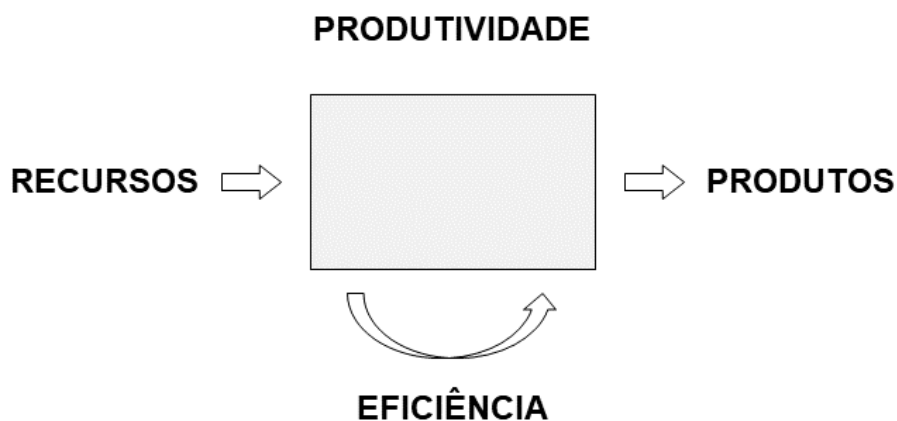
vãos e pontos de fixação de cargas. Na sequência, os montantes, que são perfilados de aço semelhantes às guias, entretanto com o formato da letra C e destinados à estruturação vertical, são instalados (ABNT NBR 15758-1, 2009).

As chapas de gesso acartonado são fixadas logo após o posicionamento dos montantes com o auxílio de parafusos apropriados. É importante que possuam altura 10 mm menor que a altura total do pé direito do ambiente e que apenas uma das faces sejam fixadas inicialmente, já que, possivelmente, as instalações projetadas serão embutidas, junto com os materiais isolantes. Após isso, a outra face será fixada e as juntas serão tratadas, finalizando com o acabamento desejado na superfície.

2.2 PRODUTIVIDADE E CUSTO

A produtividade pode ser definida como a eficiência em transformar recursos em produtos após a realização de um esforço, conforme a Figura 4 (CBIC, 2017). Na construção civil, a sociedade, o investimento financeiro, a mão de obra, os materiais e os equipamentos podem ser considerados como recursos que, quando trabalhados, geram os produtos, serviços e obra, promovendo um retorno financeiro e o bem estar da sociedade (SOUZA, 2000).

Figura 4: Representação da produtividade.



Fonte: Adaptação CBIC (2017).

Por ser mensurada relacionando a quantidade dos recursos necessários para se realizar uma unidade do produto em estudo (SOUZA, 2000), a produtividade é calculada através do indicador *RUP*, Razão Unitária de Produção, dada pela seguinte expressão:

$$RUP = \frac{Hh}{QS}$$

Onde:

- *Hh* equivale aos homens hora;
- *QS* refere-se à quantidade de serviço realizado.

A *RUP* pode ser apresentada de duas formas: cumulativa ou potencial. A primeira representa o esforço total acumulado, em que momentos bons e ruins da execução são considerados, sendo ideal para a elaboração de orçamentos, tendo em vista que considera o desempenho total dos serviços. Já a segunda forma de *RUP* está associada aos ciclos, em que impeditivos na execução do serviços não são considerados, ideal na alocação da mão de obra (CBIC, 2017).

Entretanto, quando não for possível estimar a produtividade efetiva de uma equipe na execução de um determinado serviço, é recomendado que se utilize a tabela orçamentária do SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – para a elaboração de cronogramas (CREMON, 2014).

Além da possibilidade de estimar a produtividade a partir dos coeficientes de representatividade disponíveis em cada composição dos serviços, através do SINAPI é possível determinar o custo final de um empreendimento, o lucro obtido sobre este e, consequentemente, a viabilidade de execução do projeto mediante a elaboração do orçamento, cada vez mais importante devido aos novos métodos construtivos e tecnologias (CREMON, 2014).

Com isso, tem-se que o SINAPI é um banco de dados constituído da composição dos serviços e insumos da construção civil, disponibilizado pelo Governo Federal através da Caixa Econômica Federal, em que os preços, definidos pelo IBGE, são resultantes de pesquisas contínuas e atualizados diversas vezes ao longo do ano. Desde 2003, o SINAPI é adotado no Brasil como referência de

orçamentos públicos com recursos federais e tem sido cada vez mais adotado pelo setor privado, devido à sua consistência e fundamentação (CAIXA, 2023).

2.3 DESEMPENHO

A ABNT NBR 15575-1:2013 define desempenho como o comportamento da edificação e de seus sistemas quando estão em uso. A necessidade de se estudar tal comportamento está relacionada às novas tecnologias e processos construtivos que surgiram ao longo dos últimos anos, que, quando aplicadas incorretamente, são capazes de gerar edificações menos robustas e mais sensíveis a ambientes desfavoráveis, tornando-se de menor qualidade e durabilidade (POSSAN; DEMOLINER, 2013).

Sendo assim, a Norma de Desempenho foi elaborada e, desde 2013, fornecedores, projetistas, construtores e usuários são condicionados a segui-la a fim de garantir conforto, segurança e extensão da vida útil da habitação. Para alcançar esta situação, a norma recomenda que sejam realizadas verificações, tais como: desempenho térmico, acústico, lumínico, estanqueidade, estrutural, durabilidade e manutenibilidade, conforto tátil e antropodinâmico. O atendimento a estes requisitos, no nível mínimo de desempenho, é obrigatório e torna a edificação habitável.

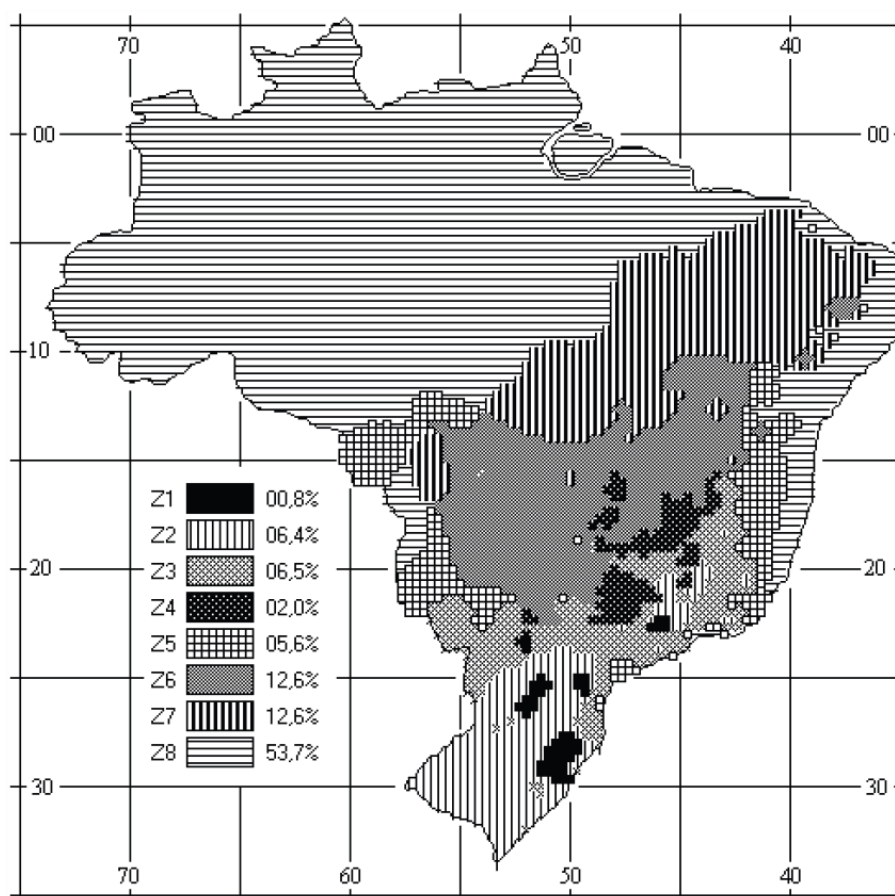
2.3.1 Desempenho Térmico

O conforto térmico está relacionado às sensações humanas e traduz a satisfação ou não de um indivíduo com o ambiente no qual esteja inserido, ou seja, quando há equilíbrio ou desequilíbrio entre o calor produzido pelo corpo e o calor perdido para o ambiente, respectivamente. Vale ressaltar que o conforto varia de pessoa para pessoa, pois depende de fatores físicos, fisiológicos e psicológicos, mas, ao encontrar a neutralidade térmica, questões como satisfação, rendimento e conservação da energia serão garantidos (LAMBERTS, 2016).

Assim, a análise do desempenho térmico de uma edificação busca proporcionar condições de conforto térmico aos usuários, considerando parâmetros estabelecidos em norma, tais como localização e, conseqüentemente, zona bioclimática brasileira, materiais constituintes da edificação, áreas envidraçadas e de ventilação, cargas térmicas internas (pessoas, iluminação e equipamentos) e a interação entre os componentes da habitação (ABNT NBR 15575-4, 2021).

No que se refere a zona bioclimática, definida como região geográfica homogênea quanto aos elementos climáticos que interferem nas relações entre ambiente construído e o conforto humano, a ABNT NBR 15220-3 (2005) estabelece que o Brasil possui 8, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5: Zoneamento bioclimático brasileiro.



Fonte: ABNT NBR 15220-3 (2005).

Para cada um desses 8 tipos de zonas bioclimáticas, é definido um dia típico de verão e um dia típico de inverno a fim de avaliar o desempenho térmico através de um dos métodos descritos em norma. Para estas definições, a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a velocidade do vento e a radiação solar incidente, em um número representativo de anos, são considerados (CBIC, 2013).

A ABNT NBR 15575-1 determina que o desempenho térmico pode ser obtido de diferentes formas, as quais são descritas a seguir:

- Procedimento simplificado: Neste procedimento, os requisitos apresentados na sequência são calculados e os resultados obtidos são avaliados e comparados com os valores de referência estabelecidos.

- Transmitância Térmica (U_{par}): transmissão de calor em uma área unitária do elemento construtivo durante uma unidade de tempo;
- Capacidade Térmica (CT_{par}): calor necessária para alterar, em uma unidade, a temperatura do sistema;
- Percentual de abertura para ventilação ($P_{v,APP}$): razão entre a área de abertura para ventilação e a do piso do APP;
- Percentual de elementos transparentes ($P_{t,APP}$): razão entre a área superficial dos elementos transparentes a do piso do APP;
- Área de superfície dos elementos transparentes ($A_{t,APP}$): soma das áreas de superfície dos elementos transparentes do APP.

É importante salientar que o procedimento simplificado é utilizado para a obtenção do desempenho térmico no nível mínimo e seus valores de referência são apresentados na Tabela 7, Tabela 8, Tabela 9 e Tabela 10.

Tabela 7: Transmitância térmica de referência para paredes externas.

Transmitância térmica de paredes (U_{par}) W/(m ² .K)		
Zonas bioclimáticas 1 e 2	Zonas bioclimáticas 3 a 8	
$U_{par} \leq 2,7$	$\alpha_{par} \leq 0,6$	$\alpha_{par} > 0,6$
	$U_{par} \leq 3,7$	$U_{par} \leq 2,5$

Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2021).

Tabela 8: Capacidade térmica de referência para paredes externas.

Capacidade térmica de paredes (CT_{par}) kJ/(m ² .K)	
Zonas bioclimáticas 1 a 7	Zona bioclimática 8
$CT_{par} \geq 130$	Sem requisito

Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2021).

Tabela 9: Percentual de abertura de referência para ventilação.

Percentual de abertura de referência para ventilação ($P_{v,APP}$)		
%		
Zonas bioclimáticas 1 a 7	Zona bioclimática 8 – Região Norte do Brasil	Zona bioclimática 8 – Região Nordeste e Sudeste do Brasil
$P_{v,APP} \geq 7,0\%$ da área do piso	$P_{v,APP} \geq 12,0\%$ da área do piso	$P_{v,APP} \geq 8,0\%$ da área do piso

Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2021).

Tabela 10: Proporção de referência dos elementos transparentes.

Percentual de elementos transparentes ($P_{t,APP}$)	Área de superfície dos elementos transparentes ($A_{t,APP}$)
%	m ²
$A_{t,APP} \leq 20,0 \text{ m}^2$	$A_{p,APP} > 20,0 \text{ m}^2$
$P_{t,APP} \leq 20\%$	$A_{t,APP} \leq 4,0 \text{ m}^2$

Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2021).

- Procedimento de simulação computacional: O uso deste procedimento torna-se obrigatório quando um dos parâmetros do procedimento simplificado não é atendido ou, ainda, quando se deseja atender aos níveis intermediário ou superior. A análise é realizada através de softwares que estejam de acordo com a ASHRAE 140 e que sejam capazes de verificar o comportamento térmico das UH sob condições dinâmicas de exposição ao clima, assim como reproduzir os efeitos de inércia térmica, como o EnergyPlus.

Inicialmente, são produzidos dois modelos no software, o real e o de referência, diferindo entre si nas características de referência. Para avaliar somente o nível mínimo de desempenho, os modelos são simulados considerando apenas o uso de ventilação natural nos APP e pode-se determinar os seguintes valores:

- Percentual de horas de ocupação dos APP dentro de uma faixa de temperatura operativa ($PHFT_{APP}$);
- Temperatura operativa anual máxima de cada APP ($T_{omáx,APP}$);
- Temperatura operativa anual mínima de cada APP, ($T_{omin,APP}$), quando a edificação estiver localizada na ZB 1, 2, 3 ou 4.

Definidos os indicadores $PHFT_{UH}$, $Tomáx_{UH}$ e $Tomín_{UH}$, tanto para o modelo real quanto para o modelo de referência, o procedimento é finalizado com a análise comparativa entre os valores obtidos, conforme critério estabelecido na Tabela 11, retornando o atendimento ou não dos critérios mínimos.

Tabela 11: Critério de avaliação de desempenho térmico.

Nível de desempenho	Critério
Mínimo (M)	$PHFT_{UH,real} > 0,9 \times PHFT_{UH,ref}$
	$Tomáx_{UH,real} \leq Tomáx_{UH,ref} + \Delta Tomáx$
	$Tomín_{UH,real} \geq Tomín_{UH,ref} + \Delta Tomín$

Fonte: ABNT NBR 15575-1 (2021).

É importante destacar que o valor adotado para o $\Delta Tomáx$ varia com o tipo de unidade habitacional estudado, sendo 2 °C para UH unifamiliares e multifamiliares localizadas no pavimento de cobertura e 1 °C para multifamiliares localizadas nos pavimentos térreo ou tipo, enquanto o $\Delta Tomín$ é igual a 1 °C para todas as UH avaliadas.

2.3.2 Desempenho Acústico

Em razão do desenvolvimento dos grandes centros urbanos, aplicação de novos processos construtivos e adoção de novos hábitos após a pandemia, temas como poluição sonora e proteção acústica se tornaram mais comuns entre os profissionais das áreas relacionadas e usuários. Para amenização do problema, além da redução dos níveis de ruídos, deve-se seguir os parâmetros determinados em norma (MATEUS, 2008).

Ao contrário do som, que geralmente é associado a sensações agradáveis, como uma melodia, um ruído é tido como desagradável, sendo capaz de interferir nas atividades humanas, a depender da intensidade e duração ao qual uma pessoa esteja exposta. O som ou o ruído podem ser propagados através de qualquer meio, seja ele sólido, líquido ou gasoso, ou seja, pode ser transmitido através dos componentes de uma edificação, como uma parede, laje, pilar, esquadria, aberturas, instalações, forros e pisos, além da via aérea (MOURA, 2011).

Sendo assim, métodos de avaliação de ruídos foram desenvolvidos, como também as condições de aceitabilidade, sendo possível realizar o isolamento acústico, quando necessário, das vedações externas quanto aos ruídos aéreos, áreas comuns e privativas e entre áreas privativas de unidades diferentes, conforme estabelecido na ABNT NBR 15575-4 (2021). É importante ressaltar que os materiais e suas combinações, bem como a forma em que são aplicados, e a presença de móveis e equipamentos interferem no atendimento ou não das condições mínimas determinadas.

A norma de desempenho indica dois métodos de avaliação do desempenho acústico, sendo eles o método de engenharia e o método simplificado, ambos realizados em campo. Além destes métodos, ainda é possível utilizar o método de precisão, no qual o isolamento sonoro de componentes e elementos construtivos são definidos em laboratório, servindo como valores de referência na elaboração das análises de projetos (CBIC, 2013).

Para obter o desempenho acústico das fachadas, através dos ensaios de campo, as vedações precisam analisadas através da classe de ruído da região na qual a edificação está localizada, considerando o nível de pressão sonora incidente nas fachadas (L_{inc}). A Tabela 12 apresenta, para cada classe de ruído, a Diferença Padronizada de Nível Ponderado à 2m da fachada, $D_{2m,nT,w}$, requerida ao nível de desempenho mínimo.

Tabela 12: Critério de desempenho, $D_{2m,nT,w}$, de isolamento a ruído aéreo de vedações externas – Dormitórios – Nível de desempenho mínimo.

Classe de ruído	L_{inc} dB	$D_{2m,nT,w}$ dB dormitórios
I	≤ 60	≥ 20
II	61 a 65	≥ 25
III	66 a 70	≥ 30

Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2021).

Já para analisar o desempenho acústico das vedações verticais internas, entre unidades e entre uma unidade e áreas comuns, será considerada a Tabela 13, onde

apresenta, para cada elemento de vedação, a Diferença Padronizada de Nível Ponderado, $D_{nT,w}$, para o nível de desempenho mínimo.

Tabela 13: Critério de desempenho, $D_{nT,w}$, de isolamento a ruído aéreo de vedações verticais internas – Nível de desempenho mínimo.

Elemento de separação	$D_{nT,w}$ dB
Parede entre as unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações em que não haja ambiente dormitório	40 a 44
Parede entre as unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	45 a 49
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria dos pavimentos	40 a 44
Parede cega entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria dos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	30 a 34
Parede cega entre o dormitório ou sala de uma unidade habitacional e as áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	45 a 49
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas, separadas pelo <i>hall</i> ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades), nas situações em que não haja ambiente dormitório.	40 a 44
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas, separadas pelo <i>hall</i> ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório	45 a 49

Quando se opta por realizar a análise de desempenho acústico através do método de precisão para as fachadas, devem ser considerados os parâmetros apresentados na Tabela 14, dentre eles, o índice de redução sonora ponderado, R_w , obtidos nos ensaios de laboratório. A norma destaca que, ao calcular o R_w de um sistema construtivo com vários elementos, é necessário considerar o índice de cada um deles, a fim de obter o isolamento global do conjunto.

Tabela 14: Valores de referência de R_w composto de isolamento a ruído aéreo de fachadas (dormitórios e salas) – Nível de desempenho mínimo.

Classe de ruído	L_{inc} dB	R_w composto (dormitório) dB	R_w composto (sala) dB
I	≤ 60	25 a 29	Não se aplica
II	61 a 65	30 a 34	Não se aplica
III	66 a 70	35 a 39	30 a 34

Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2021).

E, para as vedações verticais internas, devem ser considerados os valores apresentados na Tabela 15, que define os valores de R_w para os casos em que são adotados sistemas pesados, como a alvenaria, e sistemas leves, como o drywall.

Tabela 15: Valores de referência, R_w , de isolamento a ruído aéreo de vedações verticais internas - Nível de desempenho mínimo.

Elemento	R_w (sistemas pesados) dB	R_w (sistemas leves) dB
Parede entre as unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações em que não haja ambiente dormitório	≥ 43	≥ 45
Parede entre as unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório	≥ 48	≥ 50

Elemento	R_w (sistemas pesados) dB	R_w (sistemas leves) dB
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos	≥ 43	≥ 45
Parede cega entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria dos pavimentos, nas situações em que não haja ambiente dormitório	≥ 33	≥ 35
Parede cega entre o dormitório ou sala de uma unidade habitacional e as áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	≥ 48	≥ 50

Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2021).

É importante ressaltar que os valores de desempenho acústico obtidos em campo, $D_{nT,w}$ e $D_{2m,nT,w}$, geralmente são inferiores aos resultados observados em laboratório, R_w . Isso se deve às condições de contorno e execução dos sistemas (CBIC, 2013).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

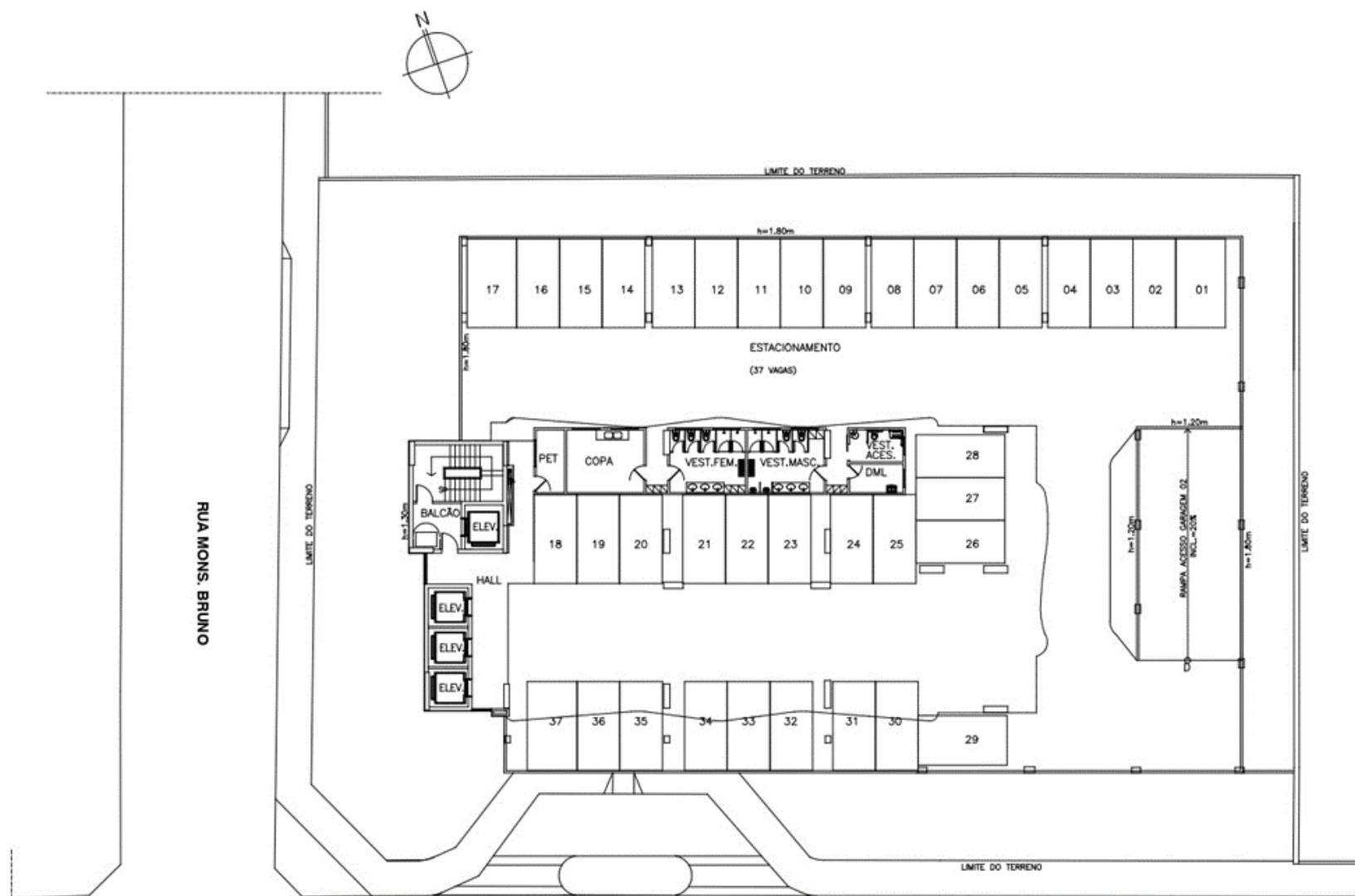
Para o desenvolvimento deste trabalho, primeiramente, foi realizado um estudo através da leitura de normas, artigos e manuais no que diz respeito ao tema abordado e, na sequência, foi realizada uma análise documental de um relatório técnico, disponibilizado pela Tecomat Engenharia, em que avalia o desempenho térmico e o desempenho acústico de um empreendimento.

Além da verificação deste relatório, o relatório de insumos e composições do SINAPI foi consultado, a fim de obter dados relacionados à produtividade e ao custo unitário para execução de cada um dos métodos de sistemas verticais abordados.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

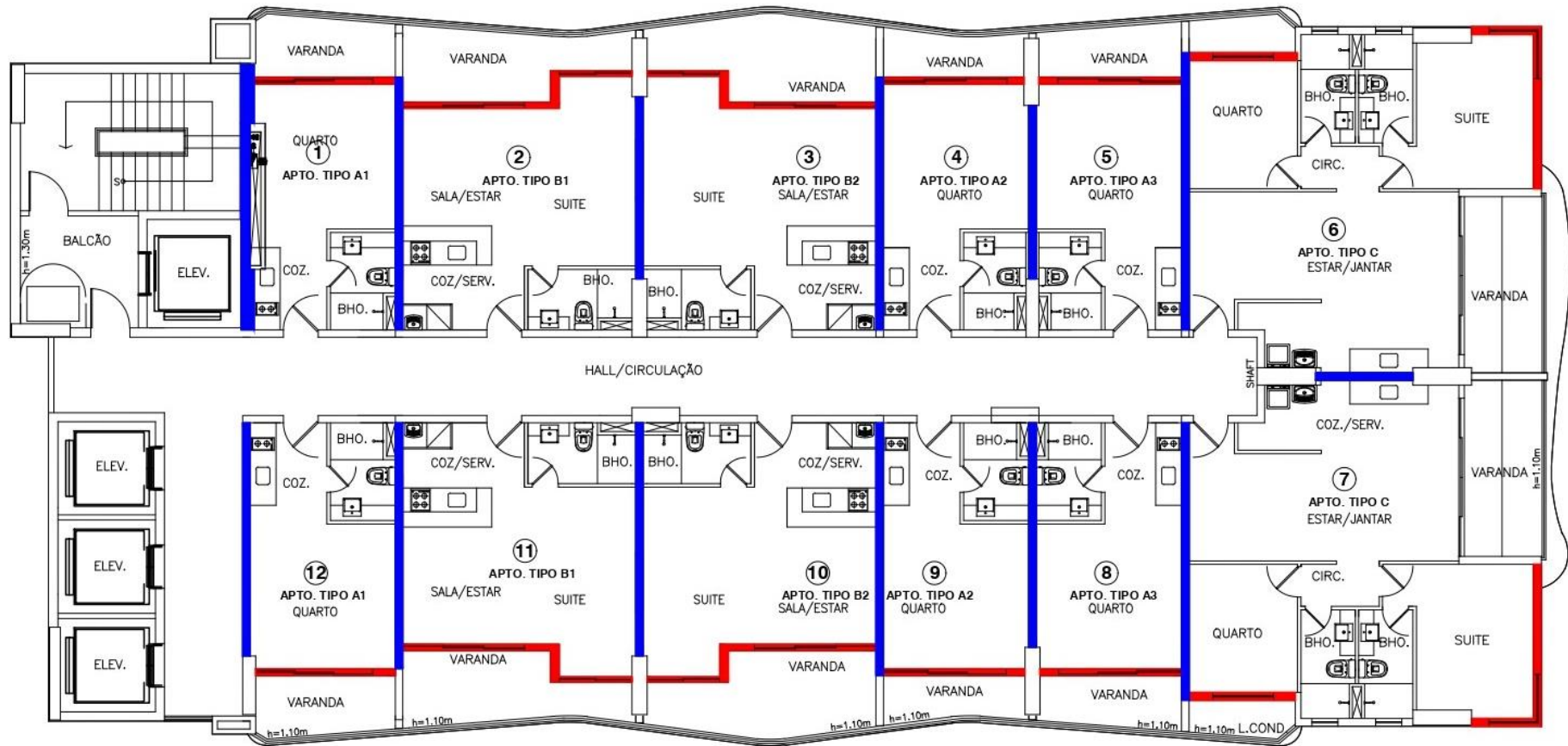
O empreendimento, localizado no Nordeste, com Zona Bioclimática 08, conta com um total de 35 pavimentos, sendo 02 pavimentos subsolos, 01 pavimento térreo, 03 pavimentos garagem, 27 pavimentos tipo, 01 pavimento cobertura e 01 pavimento coberta. Na Figura 6, Figura 7 e Figura 8 são apresentadas as plantas baixas do pavimento garagem, tipo e cobertura.

Figura 6: Planta baixa do pavimento garagem.



Fonte: Tecomat Engenharia (2021).

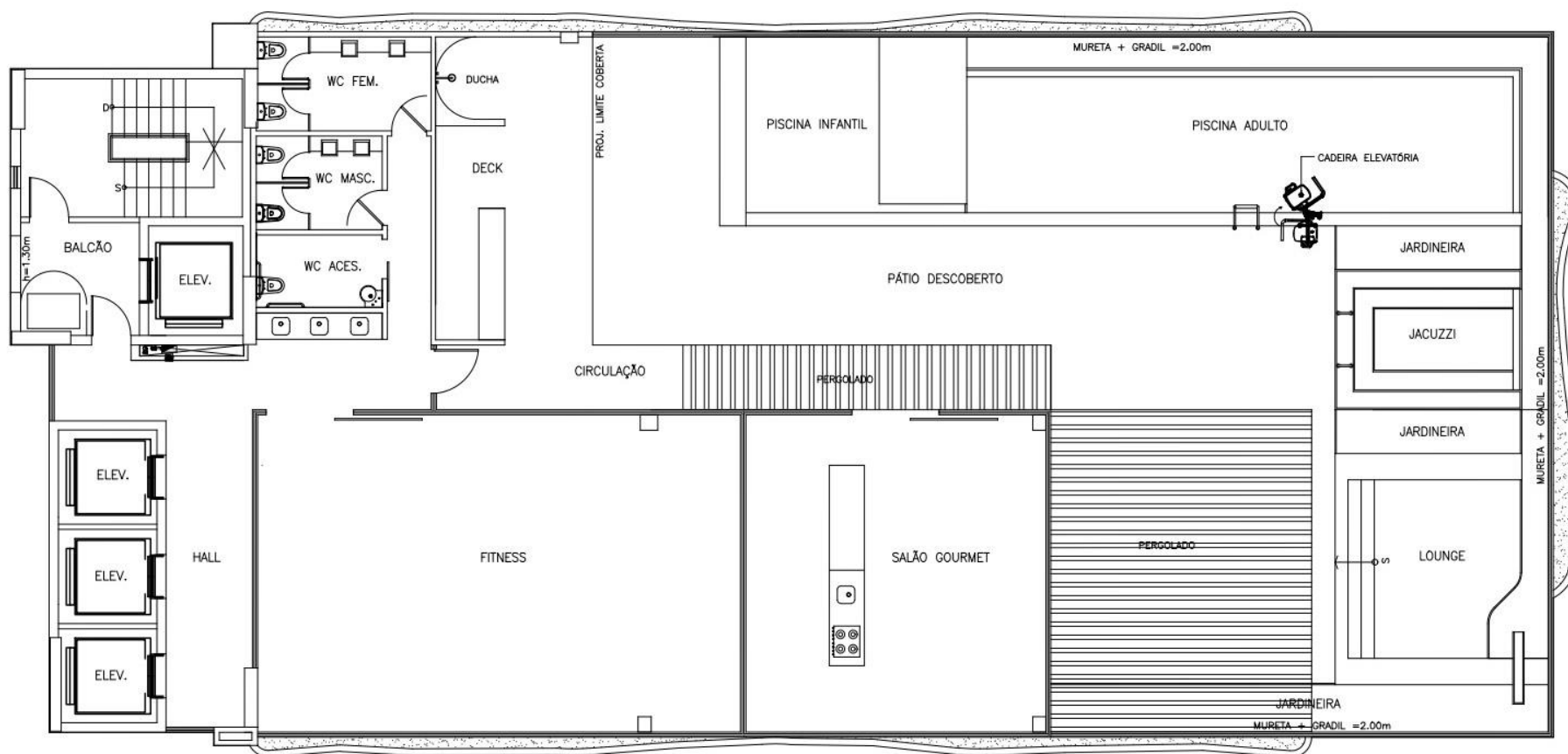
Figura 7: Planta baixa do pavimento tipo.



■ SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA AVALIADA
■ SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL EXTERNA AVALIADA

Fonte: Tecomat Engenharia (2021).

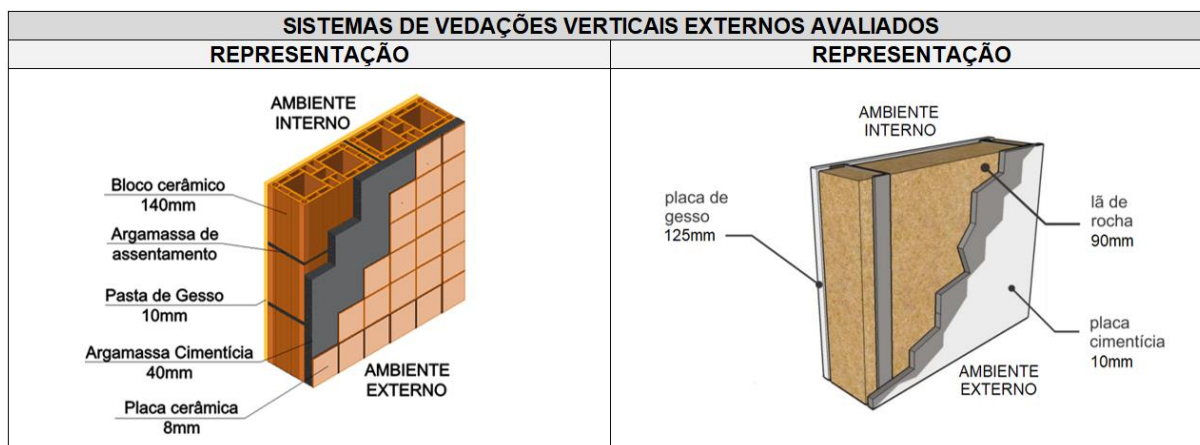
Figura 8: Planta baixa do pavimento de cobertura.



Fonte: Tecomat Engenharia (2021).

No que se refere à metodologia construtiva estudada na edificação, para o SVVE, Sistema de Vedação Vertical Externa, duas foram analisadas: blocos cerâmicos com 140 mm e placas de gesso e cimentícia, com 125 mm e 10 mm, respectivamente, sustentadas por perfis metálicos e preenchidas por lã de rocha com 90 mm, conforme apresentado na Figura 9.

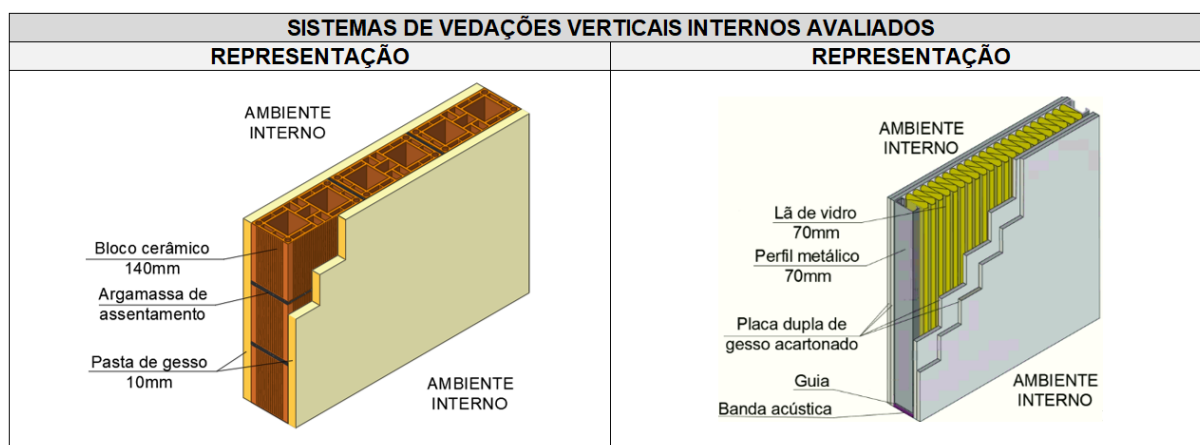
Figura 9: Sistemas de vedações verticais externos avaliados no desempenho térmico.



Fonte: Tecomat Engenharia (2021).

Já para o SVVI, Sistema de Vedação Vertical Interno, as metodologias analisadas foram: blocos cerâmicos com 140 mm e placa dupla de gesso acartonado sustentadas por perfis metálicos e preenchidos por 70 mm de lã de vidro, conforme a Figura 10.

Figura 10: Sistemas de vedações verticais internos avaliados no desempenho acústico.



Fonte: Tecomat Engenharia (2021).

Para realizar a estimativa de desempenho térmico do empreendimento, a Transmitância Térmica (U_{par}) e a Capacidade Térmica (CT_{par}) foram calculadas e

os resultados obtidos foram comparados com os requisitos estabelecidos para as regiões inseridas na zona bioclimática 08.

Já para a estimativa de desempenho acústico dos SVVI na fase de projeto, o software SONarchitect foi utilizado e, assim como no desempenho térmico, dados relacionados à localização da edificação foram considerados.

3.2 DADOS DO SINAPI

Para a estimativa da produtividade e custo de cada método construtivo estudado, alvenaria de blocos cerâmicos e drywall, tomou-se como referência os relatórios de insumos e composições do SINAPI para o mês de fevereiro de 2023 no estado de Pernambuco. Vale destacar que os dados foram obtidos dos relatórios sem desoneração, ou seja, os salários de insumos de mão de obra consideram a parcela de 20% de INSS nos encargos sociais.

Ainda sobre a produtividade, foram considerados, dentro de cada composição, o índice mais relevante de serviço da mão de obra presente, ou seja, o coeficiente do operário principal dentro deste grupo, tendo em vista que ele é o responsável por definir o ritmo de trabalho para execução do serviço. Com isso, é realizado o somatório dos índices mais relevantes de cada composição presente na construção de um sistema de vedação vertical e assim é definida a produtividade média, na unidade Hh/m², dos métodos abordados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados, além da estimativa da produtividade e custo da execução dos sistemas verticais de vedação constituídos por blocos cerâmicos e drywall, os resultados obtidos através das análises técnicas disponibilizadas a respeito dos desempenhos térmico e acústico.

4.1 PRODUTIVIDADE E CUSTO

A fim de obter os dados relativos à produtividade e custo, foram elaboradas as planilhas orçamentárias baseadas nas composições determinadas pelo SINAPI para cada tipo de sistema de vedação vertical estudado. Na Tabela 16 e na Tabela 17 é possível observar os valores de produtividade média (Hh/m²) e custo unitário (R\$/m²) dos sistemas de vedação vertical externo e interno, respectivamente.

Tabela 16: Produtividade e Custo para execução de 1 m² - SVVE.

SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL EXTERNO - SVVE		
SISTEMA	PRODUTIVIDADE MÉDIA (Hh/M ²)	CUSTO UNITÁRIO (R\$/M ²)
BLOCOS CERÂMICOS	3,06	R\$ 390,57
DRYWALL	0,76	R\$ 226,15

Fonte: A autora (2023).

Tabela 17: Produtividade e Custo para execução de 1 m² - SVVI.

SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNO - SVVI		
SISTEMA	PRODUTIVIDADE MÉDIA (Hh/M ²)	CUSTO UNITÁRIO (R\$/M ²)
BLOCOS CERÂMICOS	1,29	R\$ 112,43
DRYWALL	0,95	R\$ 192,49

Fonte: A autora (2023).

Ao analisar os valores obtidos para a execução do SVVE da edificação em questão, percebe-se que, quando constituída de blocos cerâmicos, apresenta uma baixíssima produtividade, já que a Hh/m² deste sistema é 303% maior que o drywall. Adicionalmente a este fato, o custo unitário para a execução em BCE também é superior em cerca de 73% quando comparado com o outro método proposto. Entretanto, vale a pena destacar que o tempo de execução e os custos mais elevados são consequência do revestimento proposto em projeto.

Assim como ocorreu para o SVVE, para o SVVI, o drywall obteve uma melhor produtividade, tendo em vista que a Hh/m^2 foi inferior quando comparada com a calculada para os blocos cerâmicos. Em contrapartida, o custo de sua execução foi superior, cerca de 71%. O detalhamento do cálculo de produtividade e custo encontra-se no ANEXO A, ANEXO B, ANEXO C e ANEXO D deste relatório.

4.2 DESEMPENHO TÉRMICO

Para estimar o desempenho térmico dos sistemas de vedações verticais externos, SVVE, em análise, os critérios Transmitância Térmica (U_{par}) e Capacidade Térmica (CT_{par}) foram calculados, assim como a Resistência Térmica (R_T) das estruturas. Os valores, apresentados na Tabela 18 foram obtidos através do Procedimento Simplificado, conforme estabelecido na NBR 15575-4.

Tabela 18: Valores dos requisitos obtidos.

SISTEMA DE VEDAÇÕES VERTICAIS AVALIADOS		
	BCE 140 / RG 10	DWR 120 / 70 / LÃ 90
Resistência Térmica Total ($m^2 \cdot K/W$)	0,43	2,22
Transmitância Térmica ($W/m^2 \cdot K$)	2,30	0,45
Capacidade Térmica (KJ/m^2)	160,00	33,00

Fonte: Tecomat Engenharia (2021).

Para a Zona Bioclimática 08, região onde o empreendimento está localizado, a norma determina que, no nível mínimo de desempenho, a Transmitância Térmica (U_{par}) deve ser menor ou igual a 3,7, caso a Absortância Solar Atribuída (α_{par}) seja menor ou igual a 0,6; ou inferior a 2,5 quando α_{par} for superior a 0,6. Já em relação a Capacidade Térmica (CT_{par}), para a ZB 08, não há requisitos a serem atendidos.

Com isto, pode-se observar que tanto as vedações verticais externas constituídas por blocos cerâmicos quanto pelo drywall atendem aos requisitos estabelecidos em norma, independentemente da Absortância Solar Atribuída. Ainda assim, os blocos cerâmicos possuem uma maior Transmitância Térmica, o que indica que seu isolamento térmico é menor em comparação com o outro sistema estudado, contribuindo com o aumento do consumo elétrico, devido à refrigeração.

4.3 DESEMPENHO ACÚSTICO

Para estimar o desempenho acústico dos sistemas de vedações verticais internos, SVVI, em análise, foram identificadas três das sete situações previstas na NBR 15575-4, sendo elas:

- Parede entre as unidades habitacionais autônomas (parede de geminação) nas situações em que não haja ambiente dormitório (Sala/Sala);
- Parede entre as unidades habitacionais autônomas (parede de geminação) no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório (Quarto/Quarto);
- Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e as áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos.

Vale salientar que a isolação sonora promovida pelo conjunto de portas e paredes separadas pelo hall é função da isolação sonora promovida pelas portas. Isto posto, a construtora deve solicitar aos seus fornecedores portas que possuam Índice de Isolação Sonora (R_w) mínimo de 25 dB.

Na falta de informações sobre o R_w das portas, pode-se aplicar ao sistema detalhes que promovam melhoras significativas no desempenho acústico do sistema, tais como:

- Utilização de gaxeta de material semiflexível, acompanhando o perímetro dos batentes superiores e laterais;
- Redução da abertura deixada entre a porta e a soleira;
- Emprego de trava retrátil junto a soleira, fechando a fresta deixada na parte inferior da porta.

Os resultados obtidos após a avaliação dos sistemas em estudo são apresentados na Tabela 19. A variação que é apresentada nos resultados ($D_{nT,w}$) representa a dispersão entre a estimativa de isolamento acústico e o resultado obtido em campo, que deverá ser realizado após a conclusão da construção do empreendimento.

Tabela 19: Avaliação das vedações verticais internas - Pavimento tipo.

VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS (VVI)	CRITÉRIO DnT,w (dB)	BCE 140 RG 10	DRW 120/70/LÃ70
Apto. 01 – Escada	40	42±2	48±2
Apto. 01 – Apto. 02	45	41±2	48±2
Apto. 02 – Apto. 03	45	43±2	49±2
Apto. 03 – Apto. 04	45	41±2	48±2
Apto. 04 – Apto. 05	45	42±2	48±2
Apto. 05 – Quarto (Apto. 06)	45	40±2	47±2
Apto. 05 – Sala (Apto. 06)	45	41±2	48±2
Sala (Apto. 06) – Sala (Apto. 07)	40	43±2	49±2
Sala (Apto. 07) – Apto. 08	45	41±2	48±2
Quarto (Apto. 07) – Apto. 08	45	40±2	47±2
Apto. 08 – Apto. 09	45	42±2	48±2
Apto. 09 – Apto. 10	45	41±2	48±2
Apto. 10 – Apto. 11	45	43±2	49±2
Apto. 11 – Apto. 12	45	41±2	48±2
Apto. 12 – Circulação	40	42±2	48±2



Não atende ao nível mínimo de desempenho



Atende ao nível mínimo de desempenho

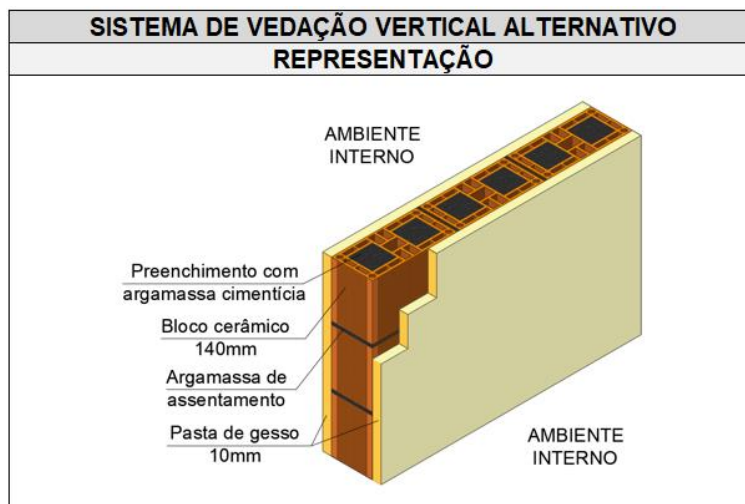
Fonte: Tecomat Engenharia (2021).

Nota-se que o sistema de drywall, composto por perfis metálicos (guias e montantes) de 70 mm, lã de vidro (70 mm) e placa dupla de gesso acartonado, atende em nível mínimo todas as vedações analisadas. Em contrapartida, o sistema tradicional de alvenaria em blocos cerâmicos (140 mm) com revestimento em ambas as partes com pasta de gesso (10 mm) promove o atendimento mínimo em apenas três das quinze vedações avaliadas. Isto posto, se tem que o drywall é a melhor alternativa dentre as apresentadas no quesito desempenho acústico, sendo esta conclusão reforçada ao verificar o Índice de Isolação Sonora (R_w) de cada um destes sistemas de vedação. Enquanto o drywall possui $R_w = 50$ dB, os blocos cerâmicos possuem apenas $R_w = 41$ dB.

Caso se opte pela utilização da alvenaria em blocos cerâmicos, uma alternativa para que o sistema atenda aos requisitos mínimos seria preencher os furos dos blocos com argamassa, conforme ilustrado na Figura 11, o que aumentaria o Índice de Isolação Sonora ($R_w = 49$ dB). Contudo, essa solução aumentaria,

consequentemente, o peso específico da estrutura e o custo de execução dela. Os resultados obtidos com esta solução são apresentados na Tabela 20.

Figura 11: Sistema de vedação vertical interno alternativo no desempenho acústico



Fonte: Tecomat Engenharia (2021).

Tabela 20: Avaliação das vedações verticais internas – Pavimento tipo – Blocos cerâmicos preenchidos com argamassa.

VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS (VVI)	CRITÉRIO DnT,w (dB)	BCE 140 RG 10
Apto. 01 – Escada	40	48±2
Apto. 01 – Apto. 02	45	48±2
Apto. 02 – Apto. 03	45	49±2
Apto. 03 – Apto. 04	45	48±2
Apto. 04 – Apto. 05	45	48±2
Apto. 05 – Quarto (Apto. 06)	45	47±2
Apto. 05 – Sala (Apto. 06)	45	48±2
Sala (Apto. 06) – Sala (Apto. 07)	40	49±2
Sala (Apto. 07) – Apto. 08	45	48±2
Quarto (Apto. 07) – Apto. 08	45	47±2
Apto. 08 – Apto. 09	45	48±2
Apto. 09 – Apto. 10	45	48±2
Apto. 10 – Apto. 11	45	49±2
Apto. 11 – Apto. 12	45	48±2
Apto. 12 – Circulação	40	48±2

	Não atende ao nível mínimo de desempenho
	Atende ao nível mínimo de desempenho

Fonte: Tecomat Engenharia (2021).

5 CONCLUSÕES

Após a análise comparativa entre os sistemas de vedações verticais externo e interno, pode-se concluir que o drywall apresentou mais vantagens em relação aos blocos cerâmicos. Dentre os parâmetros analisados, a produtividade e os desempenhos térmico e acústico apresentaram resultados mais satisfatórios com o drywall. Em relação ao custo unitário, os blocos cerâmicos foram a alternativa mais vantajosa quando aplicada em vedações internas, entretanto, quando utilizado em vedações externas, concomitantemente com revestimento, sendo este o conjunto formado por chapisco, emboço e placas cerâmicas, tornou-se mais custosa.

Com isso, tem-se que, apesar das vedações de blocos cerâmicos serem tradicionalmente empregadas na construção, inclusive pela facilidade em se encontrar mão de obra apta a executar este método, o drywall tem apresentado diversos benefícios, dentre eles, a leveza de sua estrutura, intensificada com o fato de não exigir um revestimento, diferentemente dos blocos cerâmicos, que demandam revestimentos para embelezar a estrutura e, inclusive, preenchimento com outros materiais, como a argamassa, para melhoria do desempenho, o que, conseqüentemente, aumenta o peso do sistema e eleva os custos com a infraestrutura.

Como sugestão de pesquisas futuras, indica-se a análise do desempenho acústico dos sistemas de vedações verticais externas propostos em projeto, assim como verificação dos demais requisitos recomendados pela ABNT NBR 15575-4 no que tange ao desempenho térmico, tais como percentual de abertura para ventilação ($P_{v,APP}$), percentual de elementos transparentes ($P_{t,APP}$) e área de superfície dos elementos transparentes ($A_{t,APP}$). Ainda em relação ao desempenho térmico, cabe uma análise referente à eficiência energética dos sistemas abordados, assim como a influência das cores das fachadas nos resultados. Por fim, é sugerido um estudo das tabelas do SINAPI, a fim de verificar a precisão dos dados relacionados a produtividade dos serviços apresentados, assim como a análise de todos os itens citados neste trabalho para outros métodos de vedação, como blocos de gesso e blocos de concreto celular.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.** Rio de Janeiro, p. 30. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4: Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE.** Rio de Janeiro, p. 72. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais.** Rio de Janeiro, p. 48. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15498: Chapas cimentícias reforçadas com fios, fibras, filamentos ou telas - Requisitos e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro, p. 27. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14715-1: Chapas de gesso para drywall. Parte 1: Requisitos.** Rio de Janeiro, p.6. 2021.

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais De Construção**, 2. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2008.

BRITO, Adriana Camargo De; IKEDA, Cristina Yukari Kawakita; AKUTSU, Maria. **O uso da habitação em tempos de pandemia: conforto ambiental e salubridade.** 2020.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, CAIXA. **SINAPI - Metodologia e Conceitos.** 9. ed. [s.l: s.n.], 2023.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **Desempenho das Edificações habitacionais: o guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013.** [S. l.], 2013.

CARDOSO, Daniel Luis Antonio. **Vedações Verticais e suas interfaces no Sistema Construtivo de Edificações.** 2007. [S. l.], 2007.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **Manual Básico de Indicadores de Produtividade na Construção Civil**. [s.l: s.n.], 2017.

CREMON, Paulo Henrique. **Estudo de Caso: Comparativo de Produtividade entre SINAPI e Empreiteira de Pequeno Porte , para Execução de Alvenaria de Vedação em uma Habitação Residencial Vertical**. 2014. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [S. l.], 2014.

DOMARASCKI, Conrado Sanches; FAGIANI, Lucas Sato. **Estudo Comparativo dos Sistemas Construtivos : Steel Frame , Concreto PVC e Sistema Convencional**. 2009. Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, [S. l.], 2009.

FLEURY, Lucas Eira. **Análise das Vedações Verticais Internas de Drywall e Alvenaria de Blocos Cerâmicos com Estudo de Caso Comparativo**. 2014. [S. l.], 2014.

LAMBERTS, Roberto. Desempenho Térmico de Edificações. **Universidade Federal de Santa Catarina**, [S. l.], v. 7º, p. 239, 2016.

MATEUS, Diogo Manuel Rosa. **Acústica de Edifícios e Controle de Ruído**. [s.l: s.n.], 2008.

MOURA, Neymar Camões De. **Avaliação do Desempenho Acústico do Bloco de Salas do Curso de Medicina no Campus da UFOP**. [S. l.], 2011.

PEREIRA, Lohana Lopes; AZEVEDO, Bruno Freitas De. **O Impacto da Pandemia na Construção Civil : O Papel da Gestão no Cenário Atual**. Revista Boletim do Gerenciamento, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 71–80, 2020. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/519>.

POSSAN, Edna; DEMOLINER, Carlos Alberto. **Desempenho, Durabilidade e Vida Útil das Edificações: Abordagem Geral**. Revista Técnico-Científica do CREA-PR, [S. l.], p. 1–14, 2013.

ROSA, Darwin José de Almeida; LOPES, Éverton Poppes; ALAMINOS, Roselaine Correa; NAMORATO, Silvio; ZANFOLIN, Tatiana; GOUVÊIA, Udnei Rodrigues; SANCHES, Vicencia Taiana Camargo. **Construindo em Módulos, Inovações na**

Construção Civil e sua aceitação: Casas Modulares. [S. l.], p. 9, 2018.

SILVA, Filipe Manuel Fernandes. **Estudo de materiais de isolamento térmico inovadores.** 2013a. [S. l.], 2013. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/68641/2/26108.pdf>.

SILVA, Graziela. **Placas cimentícias podem ser associadas a sistemas de construção a seco.** 2013b. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/placas-cimenticias-podem-ser-associadas-a-sistemas-de-construcao-a-seco/6596>. Acesso em: 24 mar. 2023.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes De. **Como Medir a Produtividade da Mão-de-obra na Construção Civil.** [S. l.], 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15758-1: Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - Projeto e procedimentos executivos para montagem. Parte 1: Requisitos para sistemas usados como paredes.** Rio de Janeiro, p. 45. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1: Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria. Parte 01: Requisitos.** Rio de Janeiro, p. 26. 2017.

THOMAZ, Ercio; FILHO, Cláudio Vicente Mitidieri; CLETO, Fabiana da Rocha; CARDOSO, Francisco Ferreira. **Código de práticas Nº 01: Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos.** Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, [S. l.], 2009.

VIEIRA, Helio Flavio. **Logística Aplicada à Construção Civil: Como melhorar o fluxo de produção nas obras.** 1. ed. São Paulo, 2006.

ANEXO A - COMPOSIÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO REFERENTE AO SVVE - BLOCOS CERÂMICOS

COMPOSIÇÃO SINAPI - 103324	
DESCRIÇÃO	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 14X19X39 CM (ESPESSURA 14 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021
DATA	FEVEREIRO/2023
ESTADO	PERNAMBUCO
TIPO	ALVENARIA DE VEDAÇÃO
UNIDADE	M²
VALOR TOTAL	R\$ 63,11

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR	COEFICIENTE	VALOR TOTAL
34547	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 12* CM	M	4,74	0,4200	1,99
37395	PINO DE ACO COM FURO, HASTE = 27 MM (ACAO DIRETA)	CENTO	40,33	0,0100	0,40
37593	BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDACAO, FUROS NA VERTICAL, 14 X 19 X 39 CM (NBR 15270)	UN	1,64	13,6000	22,30
87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 08/2019	M3	661,64	0,0118	7,81
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	25,38	0,8600	21,83
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	20,42	0,4300	8,78

COMPOSIÇÃO SINAPI - 87420	
DESCRIÇÃO	APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO DESEMPENADO (SEM TALISCAS) EM PAREDES DE AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 10M², ESPESSURA DE 1,0CM. AF_06/2014
DATA	FEVEREIRO/2023
ESTADO	PERNAMBUCO
TIPO	REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES
UNIDADE	M²
VALOR TOTAL	R\$ 24,66

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR	COEFICIENTE	VALOR TOTAL
3315	GESSO EM PO PARA REVESTIMENTOS / MOLDURAS / SANCAS E USO GERAL	KG	0,70	17,1300	11,99
88269	GESSEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	25,18	0,4300	10,83
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	20,42	0,0900	1,84

COMPOSIÇÃO SINAPI - 87889	
DESCRIÇÃO	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (SEM PRESENÇA DE VAOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM ROLO PARA TEXTURA ACRÍLICA. ARGAMASSA TRAÇO 1:4 E EMULSÃO POLIMÉRICA (ADESIVO) COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF 10/2022
DATA	FEVEREIRO/2023
ESTADO	PERNAMBUCO
TIPO	CHAPISCO
UNIDADE	M²
VALOR TOTAL	R\$ 7,99

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR	COEFICIENTE	VALOR TOTAL
87325	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA GROSSA ÚMIDA) COM ADIÇÃO DE EMULSÃO POLIMÉRICA PARA CHAPISCO ROLADO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 08/2019	M3	3.468,83	0,0015	5,20
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	25,38	0,0868	2,20
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	20,42	0,0289	0,59

COMPOSIÇÃO SINAPI - 104237	
DESCRIÇÃO	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICA COM BETONEIRA 400 L, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS DE FACHADA SEM PRESENÇA DE VÃOS, ESPESSURA DE 35 MM, ACESSO POR ANDAIME. AF_08/2022
DATA	FEVEREIRO/2023
ESTADO	PERNAMBUCO
TIPO	MASSA ÚNICA EXTERNA
UNIDADE	M²
VALOR TOTAL	R\$ 53,83

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR	COEFICIENTE	VALOR TOTAL
37411	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,24 MM, MALHA 25 X 25 MM	M2	21,97	0,1581	3,47
87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 08/2019	M3	661,64	0,0393	26,00
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	25,38	0,5320	13,50
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	20,42	0,5320	10,86

COMPOSIÇÃO SINAPI - 87244	
DESCRIÇÃO	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES EXTERNAS EM PASTILHAS DE PORCELANA 5 X 5 CM (PLACAS DE 30 X 30 CM), ALINHADAS A PRUMO. AF_02/2023
DATA	FEVEREIRO/2023
ESTADO	PERNAMBUCO
TIPO	REVESTIMENTOS CERÂMICOS EXTERNOS
UNIDADE	M²
VALOR TOTAL	R\$ 240,98

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR	COEFICIENTE	VALOR TOTAL
36881	PASTILHA CERAMICA/PORCELANA, REVEST INT/EXT E PISCINA, CORES BRANCA OU FRIAS, SOLIDAS, SEM MESCLAGEM/MISTURA, ACABAMENTO LISO *5 X 5* CM	M2	165,80	1,0500	174,09
37596	ARGAMASSA COLANTE TIPO AC III E	KG	3,35	7,7300	25,90
88256	AZULEJISTA OU LADRILHISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	25,25	1,1560	29,19
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	20,42	0,5780	11,80
VALOR TOTAL			R\$ 390,57		

Fonte: SINAPI (fevereiro/2023).

ANEXO B - COMPOSIÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO REFERENTE AO SVVE – DRYWALL

REFERÊNCIA: COMPOSIÇÃO SINAPI - 96360	
DESCRIÇÃO	PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO E PLACA CIMENTICIA (DRYWALL), PARA USO EXTERNO, COM DUAS FACES SIMPLES E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS DUPLAS, SEM VÃOS. AF_06/2017_PS
DATA	FEVEREIRO/2023
ESTADO	PERNAMBUCO
TIPO	PAREDES/PAINEIS
UNIDADE	M²
VALOR TOTAL	R\$ 174,47

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR	COEFICIENTE	VALOR TOTAL
37586	PINO DE ACO COM ARRUELA CONICA, DIAMETRO ARRUELA = *23* MM E COMP HASTE = *27* MM (ACAO INDIRETA)	CENTO	46,91	0,0486	2,28
39413	PLACA / CHAPA DE GESSO ACARTONADO, STANDARD (ST), COR BRANCA, E = 12,5 MM, 1200 X 2400 MM (L X C)	M2	17,74	1,0530	18,68
11062	PLACA CIMENTICIA LISA E = 10 MM, DE 1,20 X *2,50* M (SEM AMIANTO)	M2	66,82	1,0530	70,36
39419	PERFIL GUIA, FORMATO U, EM ACO ZINCADO, PARA ESTRUTURA PAREDE DRYWALL, E = 0,5 MM, 70 X 3000 MM (L X C)	M	7,83	1,5209	11,91
39422	PERFIL MONTANTE, FORMATO C, EM ACO ZINCADO, PARA ESTRUTURA PAREDE DRYWALL, E = 0,5 MM, 70 X 3000 MM (L X C)	M	8,89	3,9819	35,40
39431	FITA DE PAPEL MICROPERFURADO, 50 X 150 MM, PARA TRATAMENTO DE JUNTAS DE CHAPA DE GESSO PARA DRYWALL	M	0,27	1,2514	0,34
39432	FITA DE PAPEL REFORCADA COM LAMINA DE METAL PARA REFORCO DE CANTOS DE CHAPA DE GESSO PARA DRYWALL	M	2,45	0,7408	1,81
39434	MASSA DE REJUNTE EM PO PARA DRYWALL, A BASE DE GESSO, SECAGEM RAPIDA, PARA TRATAMENTO DE JUNTAS DE CHAPA DE GESSO (NECESSITA ADICAO DE AGUA)	KG	3,07	0,5164	1,59
130	ARGAMASSA POLIMERICA DE REPARO ESTRUTURAL, BICOMPONENTE	KG	4,45	0,5164	2,30
39435	PARAFUSO DRY WALL, EM ACO FOSFATIZADO, CABECA TROMBETA E PONTA AGULHA (TA), COMPRIMENTO 25 MM	UN	0,13	20,0077	2,60
39437	PARAFUSO DRY WALL, EM ACO FOSFATIZADO, CABECA TROMBETA E PONTA AGULHA (TA), COMPRIMENTO 45 MM	UN	0,30	10,0039	3,00
39443	PARAFUSO DRY WALL, EM ACO ZINCADO, CABECA LENTILHA E PONTA BROCA (LB), LARGURA 4,2 MM, COMPRIMENTO 13 MM	UN	0,31	0,8076	0,25
88278	MONTADOR DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	29,60	0,6901	20,43
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	20,42	0,1725	3,52

COMPOSIÇÃO SINAPI - 102654	
DESCRIÇÃO	INSTALAÇÃO DE ISOLAMENTO COM LÃ DE ROCHA EM PAREDES DRYWALL.
DATA	FEVEREIRO/2023
ESTADO	PERNAMBUCO
TIPO	PAREDES/PAINEIS
UNIDADE	M²
VALOR TOTAL	R\$ 51,68

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR	COEFICIENTE	VALOR TOTAL
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	20,42	0,01700	0,35
88278	MONTADOR DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	29,60	0,06800	2,01
-	FILTRO EM Lã DE ROCHA, 1 FACE REVESTIDA COM PAPEL ALUMINIZADO, EM ROLO, DENSIDADE = 32 KG/M3, E=50* MM	M2	24,66	2,00000	49,32
VALOR TOTAL			R\$ 226,15		

Fonte: SINAPI (fevereiro/2023).

ANEXO C - COMPOSIÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO REFERENTE AO SVVI – BLOCOS CERÂMICOS

COMPOSIÇÃO SINAPI - 103324	
DESCRIÇÃO	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 14X19X39 CM (ESPESSURA 14 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021
DATA	FEVEREIRO/2023
ESTADO	PERNAMBUCO
TIPO	ALVENARIA DE VEDAÇÃO
UNIDADE	M²
VALOR TOTAL	R\$ 63,11

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR	COEFICIENTE	VALOR TOTAL
34547	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 12* CM	M	4,74	0,4200	1,99
37395	PINO DE ACO COM FURO, HASTE = 27 MM (ACAO DIRETA)	CENTO	40,33	0,0100	0,40
37593	BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDACAO, FUROS NA VERTICAL, 14 X 19 X 39 CM (NBR 15270)	UN	1,64	13,6000	22,30
87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	661,64	0,0118	7,81
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	25,38	0,8600	21,83
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	20,42	0,4300	8,78

COMPOSIÇÃO SINAPI - 87420	
DESCRIÇÃO	APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO DESEMPENADO (SEM TALISCAS) EM PAREDES DE AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 10M², ESPESSURA DE 1,0CM. AF_06/2014
DATA	FEVEREIRO/2023
ESTADO	PERNAMBUCO
TIPO	REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES
UNIDADE	M²
VALOR TOTAL	R\$ 24,66

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR	COEFICIENTE	VALOR TOTAL
3315	GESSO EM PO PARA REVESTIMENTOS / MOLDURAS / SANCAS E USO GERAL	KG	0,70	17,1300	11,99
88269	GESSEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	25,18	0,4300	10,83
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	20,42	0,0900	1,84

VALOR TOTAL	R\$ 112,43
--------------------	-------------------

Fonte: SINAPI (fevereiro/2023).

ANEXO D - COMPOSIÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO REFERENTE AO SVVI - DRYWALL

COMPOSIÇÃO SINAPI - 96368	
DESCRIÇÃO	PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO (DRYWALL), PARA USO INTERNO COM DUAS FACES DUPLAS E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS DUPLAS, SEM VÃOS. AF_06/2017
DATA	FEVEREIRO/2023
ESTADO	PERNAMBUCO
TIPO	PAREDES/PAINEIS
UNIDADE	M²
VALOR TOTAL	R\$ 171,25

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR	COEFICIENTE	VALOR TOTAL
37586	PINO DE ACO COM ARRUELA CONICA, DIAMETRO ARRUELA = *23* MM E COMP HASTE = *27* MM (ACAO INDIRETA)	CENTO	46,91	0,0486	2,28
39413	PLACA / CHAPA DE GESSO ACARTONADO, STANDARD (ST), COR BRANCA, E = 12,5 MM, 1200 X 2400 MM (L X C)	M2	17,74	4,2120	74,72
39419	PERFIL GUIA, FORMATO U, EM ACO ZINCADO, PARA ESTRUTURA PAREDE DRYWALL, E = 0,5 MM, 70 X 3000 MM (L X C)	M	7,83	1,5209	11,91
39422	PERFIL MONTANTE, FORMATO C, EM ACO ZINCADO, PARA ESTRUTURA PAREDE DRYWALL, E = 0,5 MM, 70 X 3000 MM (L X C)	M	8,89	3,9819	35,40
39431	FITA DE PAPEL MICROPERFURADO, 50 X 150 MM, PARA TRATAMENTO DE JUNTAS DE CHAPA DE GESSO PARA DRYWALL	M	0,27	2,5027	0,68
39432	FITA DE PAPEL REFORCADA COM LAMINA DE METAL PARA REFORCO DE CANTOS DE CHAPA DE GESSO PARA DRYWALL	M	2,45	1,4815	3,63
39434	MASSA DE REJUNTE EM PO PARA DRYWALL, A BASE DE GESSO, SECAGEM RAPIDA, PARA TRATAMENTO DE JUNTAS DE CHAPA DE GESSO (NECESSITA ADICAO DE AGUA)	KG	3,07	1,0327	3,17
39435	PARAFUSO DRY WALL, EM ACO FOSFATIZADO, CABECA TROMBETA E PONTA AGULHA (TA), COMPRIMENTO 25 MM	UN	0,13	20,0077	2,60
39437	PARAFUSO DRY WALL, EM ACO FOSFATIZADO, CABECA TROMBETA E PONTA AGULHA (TA), COMPRIMENTO 45 MM	UN	0,30	20,0077	6,00
39443	PARAFUSO DRY WALL, EM ACO ZINCADO, CABECA LENTILHA E PONTA BROCA (LB), LARGURA 4,2 MM, COMPRIMENTO 13 MM	UN	0,31	0,8076	0,25
88278	MONTADOR DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	29,60	0,8820	26,11
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	20,42	0,2205	4,50

REFERÊNCIA: COMPOSIÇÃO SINAPI - 102654	
DESCRIÇÃO	INSTALAÇÃO DE ISOLAMENTO COM LÃ DE VIDRO EM PAREDES DRYWALL
DATA	FEVEREIRO/2023
ESTADO	PERNAMBUCO
TIPO	PAREDES/PAINEIS
UNIDADE	M ²
VALOR TOTAL	R\$ 21,24

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR	COEFICIENTE	VALOR TOTAL
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	20,42	0,01700	0,35
88278	MONTADOR DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	29,60	0,06800	2,01
-	MANTA EM Lã DE VIDRO, EM ROLO, DENSIDADE = 10 KG/M3, E=70* MM	M2	17,98	1,05000	18,88
VALOR TOTAL			R\$ 192,49		

Fonte: SINAPI (fevereiro/2023).