



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil
Curso de Graduação em Engenharia Civil



Otávio Teixeira Dias

Métodos construtivos e análise da utilização de chapas de gesso acartonado em vedações verticais de interiores

Ouro Preto
2017

Otávio Teixeira Dias

Métodos construtivos e análise da utilização de chapas de gesso acartonado em vedações verticais de interiores

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenheiro Civil.

Área de concentração: Materiais de Construção

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Jorge Brigolini Silva

Ouro Preto

2017

D541m Dias, Otávio Teixeira.
Métodos construtivos e análise da utilização de chapas de gesso acartonado em vedações verticais de interiores [manuscrito] / Otávio Teixeira Dias. 2017.

57f.: il.: color; grafs; tabs.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Jorge Brigolini Silva.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto.
Escola de Minas. Departamento de Engenharia Civil.

1. Gesso acartonado - Acabamento. 2. Vedação (tecnologia). 3.
Arquitetura de interiores. I. Silva, Guilherme Jorge Brigolini. II.
Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 624

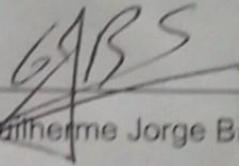
Catálogo: ficha@sisbin.ufop.br

OTÁVIO TEIXEIRA DIAS

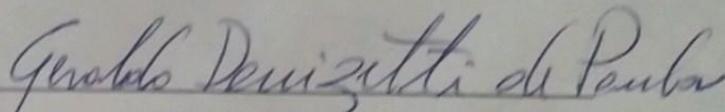
MÉTODOS CONSTRUTIVOS E ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE CHAPAS DE
GESSO ACARTONADO EM VEDAÇÕES VERTICAIS DE INTERIORES

Monografia julgada e apresentada em 07 de abril de 2017 como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Civil na Universidade Federal de Ouro Preto.

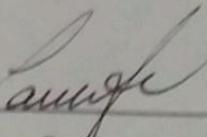
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Guilherme Jorge Brigolini Silva
Universidade Federal de Ouro Preto
Orientador



Prof. Dr. Geraldo Donizetti de Paula
Universidade Federal de Ouro Preto
Examinador



Prof. Keoma Deaveri do Carmo Silva
Examinador

A todas as pessoas que estiveram presentes na conclusão dessa etapa e que contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional.

AGRADECIMENTO

Aos meus pais, Dalton e Simone, pelos ensinamentos e apoio incondicional.

Aos meus irmãos, Dayan e Olívia, sempre presentes nas situações mais difíceis.

À minha namorada, Hanna, por todo o amor e carinho.

Ao meu orientador, Prof. Guilherme, pela paciência e disponibilidade.

Aos amigos de Ouro Preto e aos demais professores por tudo que me ajudaram a construir.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível. ”

Charles Chaplin

RESUMO

DIAS, Otávio Teixeira. Métodos construtivos e avaliação técnico-econômica da utilização de chapas de gesso acartonado em vedações verticais de interiores. 2017. Monografia. Engenharia Civil. Universidade Federal de Ouro Preto.

O grande desafio da construção civil se caracteriza pela busca de se alcançar maior produtividade, com custos reduzidos, garantindo a qualidade do produto final repassado ao consumidor. Almejando tal meta, os construtores vêm, cada vez mais, substituindo a alvenaria convencional por um sistema construtivo de vedações de interiores estruturado em aço galvanizado e gesso acartonado. Dessa forma, esse trabalho apresenta, através de um estudo de caso, um comparativo entre a utilização de vedações verticais de interiores em blocos cerâmicos e com chapas de gesso acartonado, no qual serão demonstrados através de cálculos, tabelas e gráficos, os custos envolvidos na execução desses sistemas. A apresentação dos dados será seguida da ponderação sobre as vantagens e desvantagens da substituição da metodologia usual pelo sistema em placas de gesso acartonado.

Palavras chave: Chapas de gesso acartonado, Vedações internas, Custo, Vantagens.

ABSTRACT

DIAS, Otávio Teixeira. *Constructive methods and technical-economic evaluation of the use of gypsum board in interior compartmentalization. Brazilian Federal University of Ouro Preto.*

The great challenge of civil construction is characterized by the search for higher productivity, with reduced costs, guaranteeing the quality of the final product passed on to the consumer. Craving such a goal, builders are increasingly replacing conventional masonry with compartmentalization system structured in galvanized steel and gypsum board. In this way, this work presents, through a case study, a comparison between the use of compartmentalization system in ceramic blocks and with gypsum plasterboard, where the costs involved in the calculation will be demonstrated through calculations, tables and graphs, the costs involved in the execution of these systems. The presentation of the data will be followed by a consideration of the advantages and disadvantages of replacing the usual methodology by the system in gypsum boards.

Key words: *Plasterboard, compartmentalization system, Cost, Advantages.*

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Representação do rebaixamento das bordas das chapas de gesso | 26 |
| Figura 2: Representação de uma vedação vertical em gesso acartonado | 30 |
| Figura 3: Especificações das dimensões dos parafusos Knauf..... | 32 |
| Figura 4: Fitas comerciais da Knauf Drywall | 33 |
| Figura 5: Modelo de Fixação de cargas inferiores a 30kg | 36 |
| Figura 6: Modelo de fixação de cargas superiores a 30kg | 37 |
| Figura 6: Modelo de fixação de cargas superiores a 30kg | 38 |
| Figura 7: Planta de Localização das Moradias estudantis..... | 44 |
| Figura 8: Layout interno das edificações tipo 1 – Térreo – Escala 1:200 | 45 |
| Figura 9: Layout interno das edificações tipo 1 – Subsolo – Escala 1:200..... | 45 |
| Figura 10: Layout interno das edificações tipo 2 – Térreo – Escala 1:200 | 46 |
| Figura 11: Layout interno das edificações tipo 2 – 1º pavimento – Escala 1:200..... | 46 |
| Figura 12: Vedações onde se aplicaria o gesso – 1º pavimento – Escala 1:200 | 47 |
| Figura 13: Vedações onde se aplicaria o gesso – Subsolo – Escala 1:200 | 47 |
| Figura 14: Corte do projeto das moradias estudantis – layout tipo 1 – Escala 1:100 | 48 |
| Figura 15: Composição do preço da alvenaria convencional | 49 |
| Figura 16: Valores unitários da execução das vedações verticais de interiores..... | 50 |
| Figura 17: Composição final de preço das vedações verticais de interiores | 51 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1: Critério de avaliação de desempenho térmico para o verão | 19 |
| Tabela 2: Critério de avaliação de desempenho térmico para o inverno..... | 20 |
| Tabela 3: Tolerância das características geométricas das chapas de gesso..... | 26 |
| Tabela 4: Limites das características físicas e mecânicas de chapas de gesso | 27 |
| Tabela 5: aracterísticas técnicas das Chapas Knauf..... | 28 |
| Tabela 6: Linha básica de Perfis da Knauf Drywall | 30 |
| Tabela 6: Linha básica de Perfis da Knauf Drywall..... | 31 |
| Tabela 7: Composição do preço da vedação em gesso acartonado..... | 50 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ASTM – *American Society for Testing and Materials*

COSCIP – Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico

IPT – Instituto de Pesquisa Tecnológicas

M – valor de temperatura mínima aceitável no interior de construções

NBR – Norma Brasileira

NPT – Norma de Procedimento Técnico

R_w – Redução sonora ponderada

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índicas da Construção Civil

STC – classe de transmissão sonora

TCPO – Tabela de Composição de Preços e Orçamentos

SUMÁRIO

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 1.1 | Justificativa para o desenvolvimento do tema..... | 14 |
| 1.2 | Objetivos | 14 |
| 1.2.1 | Objetivo Geral..... | 14 |
| 1.2.2 | Objetivos Específicos | 14 |
| 1.3 | Metodologia..... | 15 |
| 1.4 | Estrutura do Trabalho..... | 15 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 16 |
| 2.1 | Classificação das Vedações Verticais Internas | 16 |
| 2.2 | Funções das Vedações Verticais de Interiores | 18 |
| 2.3 | Critérios de Desempenho..... | 18 |
| 2.3.1 | Desempenho térmico..... | 19 |
| 2.3.2 | Resistência à incêndios | 20 |
| 2.3.3 | Isolamento acústico | 21 |
| 2.3.4 | Estanqueidade à água e ao vapor d'água | 23 |
| 2.3.5 | Desempenho estrutural | 24 |
| 2.4 | Materiais e Componentes | 25 |
| 2.4.1 | Fechamento da divisória..... | 25 |
| 2.4.2 | Estruturação e suporte da divisória | 29 |
| 2.4.3 | Componentes para a fixação das chapas e perfis metálicos | 31 |
| 2.4.4 | Materiais para o tratamento de juntas | 32 |
| 2.4.5 | Materiais para isolamento acústico e térmico..... | 33 |
| 2.5 | Metodologia Construtiva..... | 34 |
| 2.5.1 | Instalação das guias | 34 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.5.2 | Instalação dos montantes | 35 |
| 2.5.3 | Fechamento da primeira face da estrutura | 35 |
| 2.5.4 | Colocação de reforços e Instalações prediais | 36 |
| 2.5.5 | Instalação do isolante termoacústico | 38 |
| 2.5.6 | Fechamento da segunda face da estrutura | 39 |
| 2.5.7 | Tratamento das juntas | 39 |
| 2.5.8 | Acabamento final da divisória | 40 |
| 3 | MATERIAIS E MÉTODOS | 41 |
| 3.1 | Tipo de pesquisa | 41 |
| 3.2 | Materiais e métodos | 42 |
| 3.3 | Instrumento de coleta de dados | 42 |
| 3.4 | Tabulação de dados | 42 |
| 4 | ESTUDO DE CASO | 43 |
| 4.1 | Apresentação do projeto existente | 43 |
| 4.2 | Proposta de substituição | 46 |
| 4.3 | Análise de custos | 47 |
| 4.4 | Demais fatores que contribuiriam para a redução do custo final da obra..... | 51 |
| 4.4.1 | Redução das cargas permanentes | 52 |
| 4.4.2 | Modulação do projeto | 52 |
| 4.4.3 | Análise e redução das perdas de material..... | 53 |
| 4.4.4 | Redução do tempo de obra | 53 |
| 4.5 | Vantagens e desvantagens (gesso acartonado x alvenaria convencional) .. | 53 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 55 |
| | REFERÊNCIAS | 56 |

1 INTRODUÇÃO

A construção civil, impulsionada pelo cenário de crise econômica e crescente competitividade do mercado brasileiro, tem buscado soluções no sentido de racionalizar o processo construtivo e vislumbrar uma maior adequação aos novos padrões de mercado e consumo.

Com isso, as empresas tendem a procurar maneiras de tornar a produtividade mais expressiva e, ao mesmo tempo, reduzir os custos do processo, de modo a repensar os modelos tradicionais de construção, bem como a busca por novos materiais com alto desempenho. O desafio é encontrar materiais que possam ser implementados nas obras a um baixo custo, com maior agilidade de execução e que necessitem de pouca manutenção, sem negligenciar, entretanto, a qualidade do produto final repassado ao consumidor (TANIGUTI, 1999).

Tendo em vista a construção de edifícios, as vedações verticais se apresentam como um subsistema da edificação que ocupa uma posição estratégica, pois, apesar de não representar grande parcela do valor total da obra, apresenta interatividade com vários outros subsistemas, como as instalações prediais e a estrutura em si. Sendo assim, as definições do tipo e metodologia das vedações podem garantir uma economia quando se mostrarem em concordância com os demais subsistemas (FRANCO, 1998).

Franco (1998) ressalta ainda que a produção das vedações verticais e dos revestimentos apresenta um dos maiores índices de desperdício de materiais e mão-de-obra de toda a edificação.

Seguindo a lógica da racionalização construtiva, vê-se claramente a importância das vedações verticais nas edificações, o que leva à problematização do tema na busca de técnicas e materiais com a finalidade de substituir a tradicional alvenaria por um produto mais rentável e econômico, diminuindo os desperdícios.

O gesso acartonado na forma de placas, presente no mercado brasileiro desde a década de 70, é um produto que pode desempenhar papel importante na vedação vertical de interiores, sendo amplamente utilizado em edificações de países da América do Norte, Europa e Ásia com essa finalidade. No Brasil, tal material ainda sofre alguma resistência de mercado, não sendo empregado em larga escala, apesar do consumo de gesso acartonado se mostrar crescente ao longo dos anos.

De forma contraditória, a demanda crescente de gesso acartonado no Brasil não veio atrelada ao maior conhecimento sobre as características do material e sua produção, o que faz com que o material seja muitas vezes mal empregado.

O presente trabalho será desenvolvido de modo a discutir e esclarecer o modelo construtivo de vedações e gesso acartonado.

1.1 Justificativa para o desenvolvimento do tema

A implantação do gesso acartonado em vedações verticais de interiores só se justifica com o correto planejamento, principalmente no que diz respeito à compatibilidade com os demais subsistemas da obra. Segundo Franco (1998) o projeto de vedações verticais seria “uma importante ferramenta de coordenação dos projetos por possuir interfaces com os mais diversos subsistemas do edifício”.

Buscando a racionalização construtiva das vedações, o presente trabalho visa analisar e discutir as características e metodologias construtivas das placas de gesso acartonado, além da caracterização da viabilidade técnico-econômica no cenário brasileiro.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Apresentar e discutir a metodologia para a utilização de placas de gesso acartonado em vedações de paredes internas em edificações de pequeno porte.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar o processo de instalação das vedações em gesso acartonado: materiais e componentes necessários;
- Discutir os requisitos a serem atendidos pelas vedações verticais de interiores, principalmente as divisórias de gesso acartonado;
- Realizar estudo de caso sobre a viabilidade da utilização de placas de gesso acartonado nos novos alojamentos estudantis da Universidade Federal de Ouro Preto.

1.3 Metodologia

O presente estudo foi realizado em duas etapas: revisão bibliográfica e estudo de caso.

Na etapa de revisão bibliográfica, procurou-se desenvolver um embasamento teórico com a pesquisa de literatura sobre o tema, seja em livros, artigos, dissertações de mestrado, teses de doutorados, periódicos, bem como no acervo de bibliotecas.

Na segunda etapa, estudo de caso, foi realizada uma inspeção na edificação dos novos alojamentos da Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, no sentido de avaliar a possível substituição da alvenaria das vedações existentes por chapas de gesso acartonado, além das implicações dessa alteração.

1.4 Estrutura do Trabalho

O trabalho é formulado em cinco capítulos, apresentando a seguinte estruturação:

No primeiro capítulo estarão discriminados a justificativa para o estudo, bem como os objetivos geral e específicos.

No segundo capítulo dissertar-se-á sobre os parâmetros aos quais as vedações de gesso acartonado devem atender nos quesitos qualidade e segurança dos usuários. Além disso, serão desenvolvidas as premissas para a instalação de gesso acartonado para vedações verticais, bem como as técnicas e os materiais utilizados no processo de instalação.

O capítulo terceiro apresentará a metodologia adotada neste trabalho, além das ferramentas utilizadas para se obter os resultados.

O capítulo quarto irá tratar das discussões e análises da possível substituição das alvenarias convencionais nos novos alojamentos da Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP por placas de gesso acartonado.

O quinto capítulo engloba as conclusões dos estudos realizados, encerrando o trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Uma edificação pode ser vista como um sistema com grau elevado de complexidade, sendo constituídas por vários subsistemas integrados, os quais se relacionam entre si.

O objetivo deste capítulo é adentrar no subsistema das vedações verticais, mais especificamente nas vedações internas em gesso acartonado, de forma a conceituar e classificar o material, dissertar sobre os requisitos e critérios de desempenho, além de expor a metodologia de instalação com os materiais necessários.

2.1 Classificação das Vedações Verticais Internas

As vedações verticais de interiores podem ser classificadas em relação a critérios distintos, seja quanto à capacidade de suporte, proposta por Sabbatini *et al* (1988), seja por sua mobilidade, segundo Elder e Vandenberg (1977), ou ainda pela sua densidade superficial, seguindo os preceitos da norma brasileira NBR 14715 (ABNT,2010).

A classificação da capacidade de suporte de Sabbatini *et al* (1998) condiciona as vedações verticais à avaliação da resistência mecânica do material, que pode ser enquadrado nos seguintes grupos:

- Resistente: vedações que acumulam as funções de compartimentação e estrutural e
- Autoportante: Neste caso, as vedações teriam a função exclusivamente de compartimentação da edificação.

Para as vedações de gesso acartonado, portanto, seria dada a classificação de estruturas autoportantes, uma vez que o material não tem capacidade de exercer função estrutural (SABBATINI *et al*, 1998).

Pensando em relação à mobilidade, as vedações podem ser classificadas como:

- Móveis: Estrutural com a capacidade de serem transportadas de um local para outro sem grande esforço, de modo a se manterem inteiriças, sem desmonte;

- Desmontáveis: esse tipo de estrutura pode ser desmontada e destinada para nova utilização com pequenas ou nenhuma deformação. Podem carecer de novas peças para as novas instalações, e
- Fixas: Para se enquadrar nessa classificação as vedações devem ter pequenas ou nenhuma chance de serem reaproveitamento do material constituinte. Em geral, essas estruturas carecem de um acabamento final e definitivo, como as paredes maciças moldadas *in loco*.

Dentro dos conceitos de tal classificação, as placas de gesso acartonado para vedação se enquadram na faixa dos materiais desmontáveis, uma vez que com o correto processo de desmonte é possível o reaproveitamento das placas de gesso, bem como as estruturas metálicas que servem de suporte às placas.

Em relação à NBR 14715 (ABNT, 2010) e seus padrões quanto à densidade superficial das vedações, é condizente classificar esses elementos em:

- Pesados: são estruturas cuja densidade superficial é superior 60 Kg/m². Aqui, as vedações podem auxiliar na função estrutural, apesar de não ser uma obrigatoriedade para o sistema, e
- Leves: estruturas em que a densidade superficial não ultrapassa o valor de 60 Kg/m². Não existe qualquer implicação estrutural para essas vedações, uma vez que não possuem capacidade de resistir a cargas além do peso próprio.

Portanto, segundo a classificação da citada norma, as estruturas de gesso acartonado seriam classificadas como leves, uma vez que possuem densidade superficial entre 0 e 60 Kg/m².

Logo, é possível classificar as vedações verticais em gesso acartonado como material leve, deslocável e autoportante.

Segundo Sabbatini (1998), seguindo as classificações previamente explicitadas, as divisórias em gesso acartonado são conceituadas da seguinte forma:

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

2.2 Funções das Vedações Verticais de Interiores

As vedações verticais de interiores, *a priori*, tem a função de dividir o espaço físico das edificações, delimitando uma compartimentação de ambientes.

Além dessa função evidente, é possível supor funções de caráter secundários, como destaca Elder e Vandenberg (1977):

- Auxiliar no controle de ruídos, luz, calor e ventilação do ambiente;
- Servir de suporte e proteção às instalações das edificações;
- Servir de proteção dos equipamentos de utilização do edifício e
- Suprir a função estrutural do edifício, ou parte dessa função.

Entretanto, como o gesso acartonado não possui rigidez suficiente e em decorrência de uma maior resiliência por parte das divisórias, é possível considerar que tais estruturas não contraventam os elementos estruturais (SABBATINI *et al*, 1998).

2.3 Critérios de Desempenho

Para o emprego do gesso acartonado nas edificações é necessário o atendimento a certos critérios de desempenho, de maneira a atender as necessidades do usuário durante a sua utilização, bem como a segurança da estrutura. Esses parâmetros são avaliações quantitativas do desempenho, buscando um equilíbrio dinâmico das atribuições dadas a cada subsistema quando utilizado (SOUZA, 1983).

Para Sabbatini *et al.* (1988), os requisitos de desempenho a serem atendidos pelas chapas de gesso acartonado são:

- Isolamento térmico;
- Resistência e reação ao fogo;
- Isolamento acústico;
- Estanqueidade à água e ao vapor d'água e
- Desempenho estrutural.

Serão apresentadas nos próximos itens as diretrizes quantitativas a serem atendidas pelas chapas de gesso acartonado.

2.3.1 Desempenho térmico

Para avaliação do desempenho térmico em edifícios habitacionais podem ser utilizados os preceitos da norma “NBR 15.575 – Edificações habitacionais de até Cinco Pavimentos: Desempenho” (ABNT, 2013), onde são determinadas metodologias para a determinação dos parâmetros de qualidade.

Nesta norma encontram-se dois métodos para a avaliação do desempenho térmico: o método simplificado e o método detalhado. Enquanto o primeiro busca determinar os valores limites da transmitância térmica e capacidade térmica de envoltória, na segunda metodologia são utilizadas simulações computacionais do comportamento térmico do edifício em diferentes situações, representando condições típicas de inverno e verão.

Para o verão a norma estabelece que as condições térmicas no interior do edifício habitacional sejam iguais ou melhores que as condições de um ambiente externo em um dia típico desta estação, considerando-se à sombra. Sobre o valor máximo de temperatura, a norma define:

O valor máximo diário da temperatura do ar interior de recintos de permanência prolongada, como, por exemplo, salas e dormitórios, sem a presença de fontes internas de calor (ocupantes, lâmpadas, outros equipamentos em geral), deve ser sempre menor ou igual ao valor máximo diário da temperatura do ar exterior (ABNT,2013).

A aceitação da temperatura é dada pelo índice M (denominado Mínimo), descrito na tabela 11.2 da NBR15.575 (ABNT, 2013), como pode ser observado na Tabela 1:

Tabela 1: Critério de avaliação de desempenho térmico para o verão

| Nível de desempenho | Critério | |
|---|----------------------------|----------------------------|
| | Zonas de 1 a 7 | Zona 8 |
| M | $T_{i,max} \leq T_{e,max}$ | $T_{i,max} \leq T_{e,max}$ |
| <p>$T_{i,max}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius; $T_{e,max}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus Celsius; $T_{i,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius; $T_{e,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus Celsius; NOTA: Zonas bioclimáticas de acordo com a ABNT NBR 15220-3</p> | | |

Fonte: NBR15.575 (ABNT, 2013)

As oito zonas citadas na Tabela 1 fazem referência aos zoneamentos bioclimáticos definidos pela NBR15220-3 (2003). Nesta norma, propõe-se a divisão do território nacional em 8 zonas relativamente homogêneas em relação ao clima e, para cada uma delas, formulou-se um conjunto de recomendações que otimizam o desempenho térmico nessas edificações (ABNT NBR 15220-3, 2003). A região de Ouro preto é definida como pertencente a Zona bioclimática 3 (ABNT NBR 15220-3, 2003).

Para dias de inverno, a norma supõe que as condições no interior da edificação sejam melhores que as do ambiente externo em um dia semelhante aos demais da suposta estação climática, de modo que a temperatura do ar no interior de recintos com permanência prolongada seja igual ou maior que a externa acrescida de 3°C.

Para aceitação, a temperatura segue ao parâmetro M (chamado Mínimo), segundo a tabela 11.3 da NBR 15.575 (ABNT, 2013), como pode ser observado na Tabela 2:

Tabela 2: Critério de avaliação de desempenho térmico para o inverno

| Nível de desempenho | Critério | |
|--|---|--|
| | Zonas bioclimáticas de 1 a 5 | Zonas bioclimáticas 6, 7 e 8 |
| M | $T_{i,min} \geq (T_{e,min} + 3^{\circ}C)$ | Nestas zonas, este critério não deve ser verificado. |
| <p>$T_{i,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius; $T_{e,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus Celsius; NOTA: Zonas bioclimáticas de acordo com a ABNT NBR 15220-3</p> | | |

Fonte: NBR 15.575 (ABNT, 2013)

De forma análoga ao que acontece na Tabela 1, as zonas bioclimáticas citadas tem como base as definições da NBR 15220-3.

2.3.2 Resistência à incêndios

A resistência ao fogo pode ser entendida como a capacidade dos elementos construtivos em se manterem íntegros por um período de tempo quando expostos ao fogo, impedindo a propagação do incêndio e mantendo a estabilidade da estrutura de modo a atender ao Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico – COSCIP

(NPT 008, 2011). Para as divisões de ambientes, a temperatura na face oposta àquela submetida à fonte de calor não deve apresentar grandes elevações, além de impedirem a passagem de chamas e/ou gases.

Segundo a norma NBR 15.575 (ABNT, 2013), as exigências relacionadas aos incêndios têm como objetivos:

- Proteger a vida dos ocupantes das edificações e áreas de risco;
- Dificultar a propagação do incêndio, reduzindo danos ao meio ambiente e ao patrimônio;
- Proporcionar meios de controle e extinção do incêndio, e
- Dar condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros.

A água presente na composição das chapas de gesso acartonado tende a contribuir com a resistência ao fogo desses materiais, sendo gradativamente liberada na forma de vapor de água quando o material é exposto ao fogo. Contudo, tal quesito não é influenciado apenas pelas chapas de gesso, mas também por todos os materiais utilizados para a sua implantação (TANIGUTI, 1999).

Existem ainda outros fatores que influem nesse quadro de resistência aos incêndios, tais como a espessura das divisórias, presença ou não de materiais isolantes e aspectos construtivos (TANIGUTI, 1999).

A norma de procedimento técnico “NPT 008 – Resistência ao fogo dos elementos de construção” (NPT, 2011), faz a seguinte consideração sobre os elementos de compartimentação, no que se refere ao tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF):

Os elementos de compartimentação (externa e internamente à edificação, incluindo as lajes, as fachadas, paredes externas e as selagens dos shafts e dutos de instalações) e os elementos estruturais essenciais à estabilidade desta compartimentação, devem ter, no mínimo, o mesmo TRRF da estrutura principal da edificação, não podendo ser inferior a 60 min, inclusive para as selagens dos shafts e dutos de instalações (NPT, 2011).

2.3.3 *Isolamento acústico*

O isolamento acústico entre ambientes é fundamental para a manutenção da privacidade e conforto, sendo um fator veementemente exigido pelos usuários, principalmente em edificações de alto padrão.

Existem basicamente duas formas de propagação da energia sonora, pelo ar e pela transmissão através dos sólidos (VIVEIROS & LOSSO, 2004).

Para a transmissão pelo ar, o fator determinante é a capacidade de acoplamento da energia sonora ao passar por uma mudança de meio, neste caso, mudança entre ar-parede. Esse parâmetro é inversamente proporcional à impedância entre os meios, ou seja, quanto maior a impedância, menor capacidade de acoplamento, culminando em uma maior capacidade de isolamento dos sons (VIVEIROS & LOSSO, 2004).

Ainda segundo Viveiros & Losso (2004), a transmissão por meio sólido depende da frequência sonora incidente, uma vez que faixas de frequência distintas resultariam em padrões também distintos de transmissão de sons. Assim, a capacidade de isolamento de uma partição pode ser descrita pelo Índice de Redução Sonora Ponderado (R_w) ou pela Classe de Transmissão Sonora (STC) que, de forma geral, consistem na razão entre a energia sonora incidente e a energia sonora transmitida, expressa em decibéis.

Em construções civis, a energia sonora transmitida por meio sólido é bem mais significativa, de modo que é dependente da massa da partição, melhorando seu isolamento acústico quanto maiores forem a espessura e a densidade da divisória (VIVEIROS & LOSSO, 2004).

Em uma edificação, os sons e ruídos são provenientes de fontes diferentes: os ruídos do meio externo incidentes sobre as fachadas, os ruídos internos, que se propagam por entre as divisões verticais internas, e os sons produzidos por vibrações de maquinários e instalações hidrossanitárias, disseminadas pela estrutura e pelas vedações (VIVEIROS & LOSSO, 2004).

Explicitadas as formas de propagação sonoras e suas origens, podemos perceber que vários fatores influem nesse quesito, como (TANIGUTI, 1999):

- Espessura das chapas de gesso acartonado;
- Número de chapas;
- Utilização ou não de isolantes acústicos;
- Características dos isolantes empregados, e
- Existência ou não de imperfeições nas divisórias (rachaduras, aberturas e frestas nas divisórias).

Para o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, o desempenho para paredes internas entre habitações contínuas seria de R_w mínimo de 50dB.

Viveiros & Losso (2004) comentam a temática da seguinte forma:

O IPT recomenda que o desempenho para paredes internas entre habitações contíguas seja R_w mínimo de 50 dB. Não há recomendação para valores entre ambientes de uma mesma habitação, mas pode-se presumir que haja uma tolerância um pouco maior. Os valores obtidos para paredes com uma chapa de gesso em cada lado do perfil metálico não apresentam resultado que atinjam a meta de 50 dB, ficando todos abaixo de 39 dB. O acréscimo de lã mineral auxilia na obtenção de melhores resultados, entretanto, ainda assim, estão abaixo do valor recomendado, chegando a 45 dB. Apenas configurações com duas placas de cada lado chegam aos valores recomendados. Por outro lado, comprova-se que o simples aumento da camada de ar ajuda para incrementar o desempenho (Viveiros & Losso, 2004).

2.3.4 Estanqueidade à água e ao vapor d'água

A presença de água e o vapor de água podem afetar as vedações verticais tanto na parte interna quanto externa da edificação. Nas vedações internas, objeto do presente trabalho, a preocupação é voltada à estanqueidade da água, principalmente nas áreas molháveis, dentre elas banheiros, cozinhas e áreas de serviço, onde a presença desse fluido é intrínseca ao uso comum dos cômodos.

As vedações verticais devem manter-se estanques e com pequenos ou nenhum dano quando submetidas à presença de água, o que implica na utilização de materiais e componentes que tenham a capacidade de resistir a essas agressões (TANIGUTI, 1999).

O IPT estabelece que as vedações internas em contato direto com áreas molháveis não podem permitir a absorção de água através de suas faces para pequenos tempos de exposição e, quando submetidas a um tempo superior a um dia, 24 horas, que a quantidade de água absorvida seja inferior a 3 cm^3 por cada 544 cm^2 ($34 \times 16 \text{ cm}$) de área de gesso.

Outro problema a ser considerado é um possível vazamento no sistema hidrossanitário, uma vez que tem difícil localização e, portanto, a troca da chapa de gesso torna-se iminente devido às deformações por tempo prolongado de exposição à umidade.

Quanto às áreas em que há contato com o vapor d'água, é comum o uso de revestimento cerâmico, com a finalidade de cobrir o gesso acartonado e dar ao sistema gesso-revestimento maior sobrevida.

2.3.5 Desempenho estrutural

Segundo Sabbatini *et al* (1988), o desempenho estrutural está intimamente relacionado à resistência mecânica do material, na qual a vedação detenha a capacidade de se manter íntegra quando sujeita às solicitações de projeto.

Para as divisórias em gesso acartonado, existem alguns fatores que podem influenciar na resistência, tais como os componentes da divisória, sua espessura, forma da fixação das guias e montantes, bem como o espaçamento dos montantes e parafusos de fixação das chapas às estruturas suporte.

Para avaliação do desempenho estrutural de divisórias, Mitidieri Filho (1998) atenta para os seguintes quesitos:

- Potencial de deformação da estrutura de concreto;
- Puncionamento;
- Cargas suspensas, e
- Impactos de corpo duro e corpo mole

Mitidieri Filho (1998) ainda destaca o quesito de cargas de vento para análise, entretanto, este não se aplica para as estruturas de gesso acartonado, foco do presente trabalho, uma vez que tais estruturas não tem a capacidade de contraventar o sistema estrutural da edificação.

O sistema estrutural em concreto armado ou aço, ao se deformar, pode interferir no subsistema das vedações e, principalmente em função das deformações lentas, podem chegar a provocar fissuras, desvios relativos, além de outras patologias nas estruturas de fechamento de paredes em gesso (MITIDIÉRI FILHO, 1998).

O quesito das cargas suspensas diz respeito à capacidade de suporte para ações de peças ou acessórios suspensos, tais como pias, tanques, lavatórios, prateleiras, dentre outros. Para Mitidieri Filho (1998), em sua tese de doutorado, os valores recomendados para as cargas suspensas são:

- Para lavatórios e armários: 1KN, aplicado em dois pontos com solicitação de 0,5KN cada.
- Prateleiras e estantes de livros: aplicação distribuída de uma solicitação de 2KN/m², com mãos-francesas a cada 30 cm.

Para os ensaios de impacto, tanto o de corpo duro quanto corpo mole, devem-se verificar o aparecimento de fissuras, escamações e destacamento das capas de modo a garantir a qualidade e durabilidade das chapas de gesso acartonado (MITIDIÉRI FILHO, 1998).

2.4 Materiais e Componentes

As estruturas para compartimentação em gesso acartonado necessitam de materiais e componentes específicos para serem executadas. Dentre esses materiais existem aqueles que são utilizados para o fechamento das divisórias, os materiais e componentes necessários à fixação do gesso acartonado, os componentes e materiais usados para o isolamento acústico e térmico, além daqueles usados para acabamentos e tratamentos das juntas entre as placas.

Aqui, faremos a descrição de cada componente segundo sua função específica.

2.4.1 Fechamento da divisória

Os fechamentos das compartimentações são dados exclusivamente pelas placas de gesso acartonado. Essas estruturas são compostas por uma camada de sulfato de cálcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), com espessuras variáveis, cobertas nas duas faces por papel cartão (TANIGUTI, 1999).

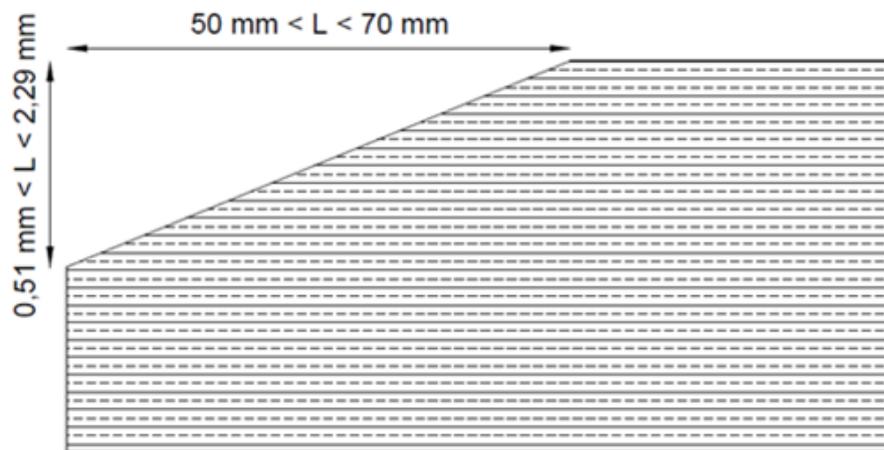
Essa cobertura de papel cartão proporciona uma camada lisa e uniforme às placas, tornando o material de fácil acabamento, uma vez que ele dispensaria a camada de material para regularização.

Nas extremidades de cada placa existe o rebaixamento das bordas, o que proporciona uma comodidade no tratamento das juntas entre cada uma delas, de modo que após o tratamento elas se mantenham com aparência de estrutura monolítica.

Existem ainda outros tipos de formatos de borda, como as bordas quadradas, rebaixadas com canto arredondado, chanfrada e duplamente chanfrada e do tipo macho e fêmea, mas têm menor utilização no Brasil.

As dimensões para o rebaixamento das extremidades das placas variam de acordo com a norma analisada, por exemplo a ASTM C36 (ASTM, 1997) estabelecia que a profundidade do rebaixamento varie entre 0,51mm e 2,29mm, numa largura de 50 a 70mm.

Figura 1: Representação do rebaixamento das bordas das chapas de gesso



Fonte: arquivo pessoal

As normas também determinam as dimensões das chapas de gesso e suas tolerâncias às variações. Segundo a NBR 14715 (ABNT, 2010), temos as seguintes características geométricas para as chapas de gesso acartonado na Tabela 3 e Tabela 4:

Tabela 3: Tolerância das características geométricas das chapas de gesso

| Característica geométrica | | Tolerância | Limite |
|-----------------------------------|--------------|-----------------------|-------------------|
| Espessura | 9,5mm | ± 0,5 mm | |
| | 12,5mm | | |
| | 15mm | | |
| Largura Cobrimento Esquadro | | + 0 / -4 mm | máximo de 1200 mm |
| | | + 0 / -5 mm | máximo de 3600 mm |
| | | ≤ 2,5 mm/m de largura | |
| Rebaixo ¹⁾ | Largura | Mínimo | 40 mm |
| | | Máximo | 80 mm |
| | Profundidade | Mínimo | 0,6 mm |
| | | Máximo | 2,5 mm |

¹⁾A borda rebaixada deve estar situada na face da frentada chapa e suas largura e profundidade devem ser medidos de acordo com a NBR14716

Fonte: adaptado da NBR 14715 (ABNT, 2001)

Tabela 4: Limites das características físicas e mecânicas de chapas de gesso

| Determinação | | Limites | | |
|---|---|----------------------------------|------|------|
| | | Espessura da chapa de gesso (mm) | | |
| | | 9,5 | 12,5 | 15,0 |
| Densidade Superficial de massa Kg/m ² | Mínimo | 6,5 | 8,0 | 10,0 |
| | Máximo | 8,5 | 12,0 | 14,0 |
| | Varição máxima em relação à média da amostra de um lote | ≤ 0,5 | | |
| | | | | |
| Resistência Mínima à ruptura de flexão (N) | Longitudinal ¹⁾ | 400 | 550 | 650 |
| | Transversal ²⁾ | 160 | 210 | 250 |
| Dureza superficial determinada pelo diâmetro máximo (mm) | | 20 | | |
| Absorção máxima de água para chapa resistente à umidade (RU) % | | 5 | | |
| Absorção superficial máxima de água para chapa resistente à umidade (RU), tanto para frente, quanto para a face do verso (característica facultativa) g/m ² | | 160 | | |
| ¹⁾ Amostra com a face da frente virada para baixo. Carga aplicada no verso. | | | | |
| ²⁾ Amostra com a face da frente virada para cima. Carga aplicada na face da frente | | | | |

Fonte: adaptado da NBR 14715 (ABNT, 2001)

Nas Tabelas 3 e 4 é possível ver que existem tipos distintos de chapas de gesso acartonado. No Brasil, as chapas disponíveis no mercado são as comuns, as resistentes à água, e as resistentes ao fogo.

As chapas comuns, ou *Standart*, podem ser facilmente identificadas por, no Brasil, possuírem papel cartão na cor branca na parte frontal e marfim na parte posterior (TANIGUTI, 1999). Essas chapas são indicadas para o uso geral, comumente empregadas em paredes, tetos e revestimentos de áreas secas.

Em relação às chapas resistentes à umidade, estas são indicadas para utilização em áreas molháveis e se diferem das demais por, na constituição da sua parte central levarem, além do gesso, silicone. Além disso, elas possuem as superfícies revestidas com cartão hidrofugante, o qual protege o material contra respingos, escorrimentos e vapor condensado (TANIGUTI, 1999).

Uma particularidade das chapas de gesso resistentes a umidade é que uma de suas faces é rugosa, de modo a facilitar a colocação de azulejos, porcelanato, revestimentos fenólicos e pinturas epóxi, dando revestimento resistentes a umidade e que aumentariam a vida útil do sistema de vedações (KNAUFF DRYWALL, 2016).

Para melhor distinção dessas chapas, no Brasil, elas são revestidas com cartões na cor verde. Essa tonalidade é atribuída para as chapas de gesso acartonado resistentes à água em várias localidades no mundo.

Nas chapas resistentes ao calor, as quais são fabricadas com papel cartão na cor rosa, são adicionadas à camada de gesso fibras incombustíveis, como as fibras de vidro, que garantem a integridade quando as chapas forem expostas ao fogo. O gesso acartonado, quando em contato com o calor e fogo, tem a tendência de se retrair à medida que a água da sua composição vai se perdendo e, assim, formam-se fissuras que permitiriam a passagem do calor e do próprio fogo. As fibras adicionais combateriam esse processo (TANIGUTI, 1999).

Entretanto, as fibras adicionais tornam o processo de corte das chapas consideravelmente mais difícil, pois o material possui maior dureza quando comparado às demais chapas. (FERGUSON, 1996)

Por fim, as chapas resistentes aos impactos são utilizadas para regiões onde há circulação frequente de pessoas e objetos, como corredores de edifícios comerciais. O grande diferencial em relação às demais é a melhor resistência aos choques devido à adição de produtos como vermiculita e fibras de vidro, além da utilização de cartões reforçados (TANIGUTI, 1999).

Tabela 5: Características técnicas das Chapas Knauf

| Chapas Knauf | | | | | | | | |
|---------------------------------|----------------|--------------|------------------|-------|-------|-------|---|---|
| Chapa | Espessura (mm) | Largura (mm) | Comprimento (mm) | | | | Propriedades | |
| Knauf Standard (ST) | 9,50 | 600 | 1.200 | 1.800 | 2.000 | 2.400 | 2.700 | |
| | 12,50 | 600 | 1.200 | 1.800 | 2.000 | 2.400 | 2.700 | |
| | 15,00 | 600 | 1.200 | 1.800 | 2.000 | 2.400 | 2.700 | |
| Knauf Resistente à Umidade (RU) | 12,50 | 1.200 | 1.800 | 2.000 | 2.400 | 2.700 |  | |
| | | | 1.800 | 2.000 | 2.400 | 2.700 | | |
| | 15,00 | 1.200 | 1.800 | 2.000 | 2.400 | 2.700 | | |
| | | | 1.800 | 2.000 | 2.400 | 2.700 | | |
| Knauf Resistente ao Fogo (RF) | 12,50 | 1.200 | 1.800 | 2.000 | 2.400 | 2.700 |  | |
| | | | 1.800 | 2.000 | 2.400 | 2.700 | | |
| | 15,00 | 1.200 | 1.800 | 2.000 | 2.400 | 2.700 | | |
| | | | 1.800 | 2.000 | 2.400 | 2.700 | | |
| Knauf Flexboard | 6,50 | 1.200 | x | x | 2.400 | x |  | |
| Knauf Safeboard | 12,50 | 625 | x | x | 2.500 | x |  | |
| Knauf Hardboard | 12,50 | 1.200 | x | x | 2.400 | x |  | |
| | 15,00 | 1.200 | x | x | 2.400 | x | | |
| Knauf Cleano Acústico | Aleatório | 12,50 | 1.200 | 1.875 | | | |  |
| | Quadrado | 12,50 | 1.200 | 2.000 | | | | |
| | Redondo | 12,50 | 1.200 | 2.000 | | | | |
| | B4 | 12,50 | 1.200 | 1.794 | | | | |

Fonte: Portfólio de Produtos e Sistemas Knauf, Knauf Drywall, 2015.

2.4.2 Estruturação e suporte da divisória

Os suportes das divisórias podem, de fato, serem constituídos por vários materiais, entretanto, a prática construtiva remete à utilização de madeira ou perfis metálicos, cabendo a utilização de aço galvanizado ou alumínio.

Os componentes de fixação em madeira, utilizado em larga escala na Europa e Estados Unidos, carecem de certos cuidados com sua utilização, principalmente no que diz respeito ao seu grau de umidade, resistividade à ação de microrganismos e insetos, bem como a preocupação quanto ao apodrecimento das guias e montantes em madeira.

Os elementos em madeira e sua utilização estão intimamente ligados ao ambiente em que serão executados, de modo que um meio com clima mais instável, com grandes variações de temperatura e pluviosidade, portanto umidade, poderão deformar com maior facilidade esses elementos. Nestes casos, as vedações em gesso acartonado podem carecer de materiais mais resistentes às agressões, sendo usual a substituição da madeira por perfis metálicos (TANIGUTI, 1999).

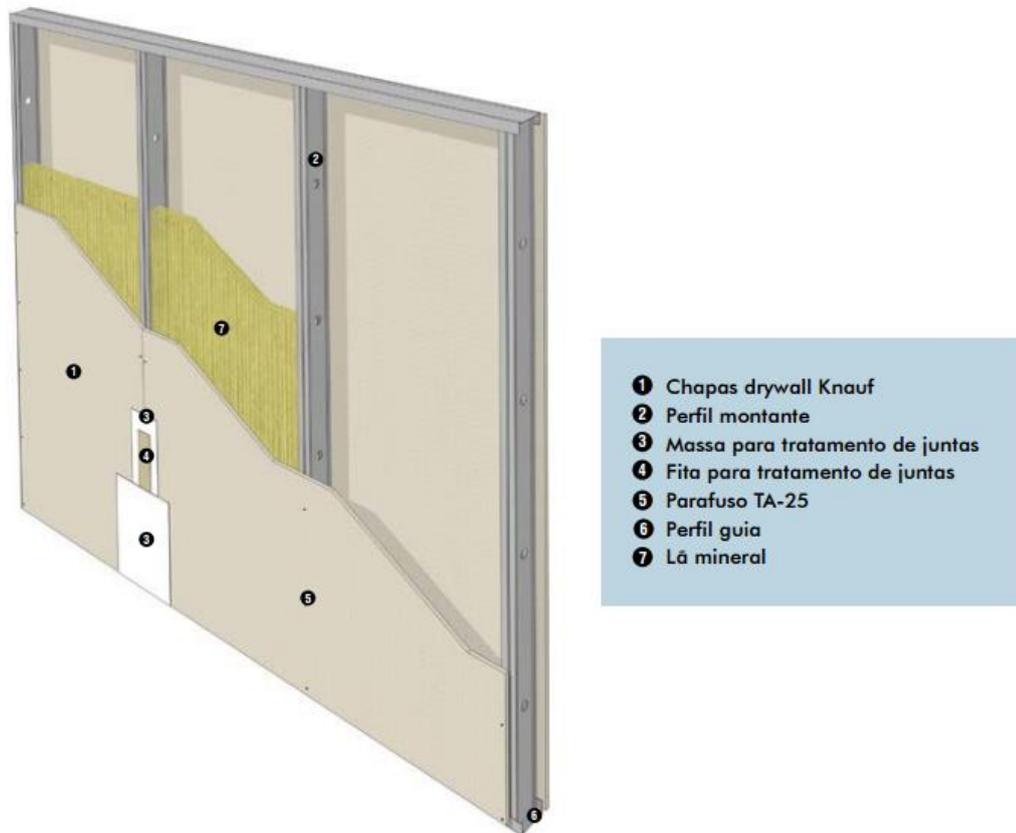
No Brasil, as vedações verticais em gesso acartonado, em geral, utilizam os perfis em aço galvanizado para estruturar o fechamento, deixando a utilização dos elementos em madeira em segundo plano. As composições de madeira ficam com funções mais voltadas para o reforço da fixação dos batentes, caixas de luz, fixação de objetos e para as instalações prediais.

Quando comparada à madeira, a utilização do aço apresenta vantagens significativas no que se refere às variações de dimensão, à combustibilidade, menor peso e garantia do estado plano dos elementos. Além disso, o aço galvanizado não sofre ação de agentes biológicos e insetos (TANIGUTI, 1999).

A estrutura das divisórias é constituída por basicamente dois tipos de peças:

- Guias: as guias são fixadas horizontalmente no teto e no piso de maneira a direcionar a divisória, e
- Montantes: elementos de montagem vertical que propiciam a estruturação das vedações verticais em gesso acartonado.

Figura 2: Representação de uma vedação vertical em gesso acartonado



Fonte: Knauf folheto técnico – Paredes Knauf, 2015

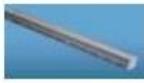
Segundo a empresa Knauff Drywall (2015), fabricante dos componentes necessários à instalação de vedações em gesso acartonado, os perfis metálicos usualmente comercializados são dados pela Tabela 6:

Tabela 6: Linha básica de Perfis da Knauf Drywall

| | Denominação | Espessura (mm) | Largura (mm) | Comprimento (mm) |
|--|-------------|----------------|--------------|-------------------------|
| | Guia 48 | 0,50 | 48 | 3.000 |
| | Guia 70 | 0,50 | 70 | 3.000 |
| | Guia 90 | 0,50 | 90 | 3.000 |
| | Montante 48 | 0,50 | 48 | 3.000 2.800 2.700 |

Fonte: Adaptado de Knauf Folheto Técnico – Revestimentos Knauf, 2015.

Tabela 6: Linha básica de Perfis da Knauf Drywall (continuação)

| | | Denominação | Espessura (mm) | Largura (mm) | Comprimento (mm) |
|---|---|--------------------------------|----------------|--------------|-------------------------|
|  |  | Montante 70 | 0,50 | 70 | 3.000 2.800 2.700 |
|  |  | Montante 90 | 0,50 | 70 | 3.000 2.800 2.700 |
|  |  | Perfil para teto F47 | 0,50 | 47 | 3.000/4.000 |
|  |  | Perfil CD 60/27 | 0,50 | 60 | 3.000 |
|  |  | Perfil-guia para teto U 30/20 | 0,50 | 20 | 3.000 |
|  |  | Perfil Guia para Trilaje 30/30 | 0,50 | 30/30 | 3.000 |
|  |  | Cantoneira 23/23 | 0,50 | 23/23 | 3.000 |
|  |  | Perfil L 25/30 | 0,50 | 25/30 | 3.000 |
|  |  | Perfil L 14/30 | 0,50 | 14/30 | 3.000 |
|  |  | Tabica Perfurada | 0,50 | 40 | 3.000 |
|  |  | Tabica Lisa | 0,50 | 40 | 3.000 |

Fonte: Adaptado de Knauf Folheto Técnico – Revestimentos Knauf, 2015.

2.4.3 Componentes para a fixação das chapas e perfis metálicos

A fixação das placas de gesso aos montantes se dá através da utilização de pregos e parafusos. Enquanto os pregos são de uso exclusivo para as estruturas em madeiras, os parafusos podem ser empregados na fixação tanto para perfis metálicos, quanto para montantes de madeira.

Os dois materiais utilizados na fixação das chapas nos perfis metálicos, pregos e parafusos, são de fácil colocação, entretanto, os parafusos possuem vantagens práticas em relação aos pregos, como remoção e reutilização dos materiais, ponto em que os parafusos apresentam vantajosos. Os pregos, por sua

vez, causam maiores danos às chapas durante a instalação, constituindo outro benefício de se utilizar parafusos na fixação destes aos elementos estruturais.

Tanto pregos quanto parafusos devem se manter quimicamente inertes aos materiais da composição das chapas de gesso.

A Figura 3 apresenta o detalhamento dos parafusos utilizados para instalação das placas aos montantes e a fixação dos montantes e guias da Knauf Drywall:

Figura 3: Especificações das dimensões dos parafusos Knauf

| | | | |
|--|---|--|---|
| <p>Parafuso TB 35</p> <p>Utilizado para fixar duas chapas com espessura de 12,5 mm em perfil metálico com espessura entre 0,7 e 2 mm.</p> |  | <p>Parafuso TA 25</p> <p>Utilizado para fixar chapas com espessura de 12,5 ou 15 mm em perfil metálico com espessura máxima de 0,7 mm.</p> |  |
| <p>Parafusos TB 45 / TB 50</p> <p>Utilizados para fixar duas chapas com espessura de 15 mm em perfil metálico com espessura máxima entre 0,7 e 2 mm.</p> |  | <p>Parafuso TA 35</p> <p>Utilizado para fixar duas chapas com espessura de 12,5 mm em perfil metálico com espessura máxima de 0,7 mm.</p> |  |
| <p>Parafusos TB 55 / TB 65 / TB 70</p> <p>Utilizados para fixar três chapas com espessura de 12,5 ou 15 mm em perfil metálico com espessura entre 0,7 e 2 mm.</p> |  | <p>Parafusos TA 45 / TA 50</p> <p>Utilizados para fixar duas chapas com espessura de 15 mm em perfil metálico com espessura máxima de 0,7 mm.</p> |  |
| <p>Parafusos LA / PA</p> <p>Fixação de perfis metálicos entre si com espessura máxima de 0,7 mm.</p> |  | <p>Parafusos TA 55 / TA 65 / TA 70</p> <p>Utilizados para fixar três chapas com espessura de 12,5 ou 15 mm em perfil metálico com espessura máxima de 0,7 mm.</p> |  |
| <p>Parafusos LB / PB</p> <p>Fixação de perfis metálicos entre si com espessura entre 0,7 e 2 mm.</p> |  | <p>Parafuso TB 25</p> <p>Utilizado para fixar uma chapa com espessura de 12,5 ou 15 mm em perfil metálico com espessura entre 0,7 e 2 mm.</p> |  |

Fonte: Adaptado do Portfólio de Produtos e Sistemas Knauf – Knauf Drywall, 2015.

A instalação dos elementos de fixação tem, como caráter obrigatório, que manter a cabeça de pregos e parafusos alinhados com a superfície da chapa, mais precisamente, nivelada com o cartão. Dessa forma, não haverá nenhum prejuízo ao acabamento por esses componentes estarem salientes e sem comprometer a fixação propriamente dita, uma vez que o cartão deverá resistir aos esforços requeridos.

2.4.4 Materiais para o tratamento de juntas

Para manter uma aparência monolítica das vedações verticais em gesso acartonado, deve-se fazer o tratamento das juntas entre as chapas com a aplicação de massas específicas e fitas de reforço.

As massas para tratamento das juntas, de acordo com o portfólio da Knauf Drywall, são constituídas por materiais à base de gesso e aditivos. Esse material é comercializado em pó ou em pasta já pronta para o uso.

Além do tratamento das juntas, as massas podem ser usadas para os arremates sobre os parafusos e no acabamento com as cantoneiras de reforço.

As fitas têm a função de reforço das juntas entre as chapas de gesso acartonado, bem como reforçar os cantos e reparo de fissuras nessas chapas. Esses elementos têm variações e cada uma dessas variações devem ser empregadas em casos específicos. O catálogo da Knauff Drywall especifica as fitas comercializadas no Brasil de acordo com a Figura 4.

Figura 4: Fitas comerciais da Knauf Drywall

| | Denominação | Largura (mm) | Comprimento (mm) | Utilização |
|---|----------------------|----------------|------------------|---|
|  | Fita para juntas | 50 | 150 | Tratamento de juntas em paredes, tetos e revestimentos |
|  | Fita para isolamento | 50 70 90 | 30 30 30 | Isolamento entre o perímetro e a estrutura |
|  | Fita para cantos | 50 | 50 | Proteger e reforçar os cantos vivos de parede e colunas contra impactos leves |

Fonte: Portfólio Sistemas Drywall Knauf, Manual de Instalação – Knauf Drywall, 2009.

2.4.5 Materiais para isolamento acústico e térmico

Os materiais mais comumente utilizados para melhorar o isolamento acústico e térmico são as lãs de vidro e de rocha, instaladas entre as chapas de gesso. Esses materiais se diferem basicamente por sua matéria prima básica e processo produtivo, não sendo tão claras as especificações e vantagens de cada um desses elementos (TANIGUTI, 1999).

No Brasil, a função de isolamento acústico torna-se muito mais relevante em detrimento das preocupações com o conforto térmico, uma vez que o clima no país não possui invernos tão rigorosos quanto em outras regiões do globo.

Para o emprego dos isolantes, deve-se levar em consideração as formas de comercialização, uma vez que as lâs de vidro e de rocha devem ser enquadradas nas estruturas respeitando obrigatoriamente a espessura da parede e os espaçamentos dos montantes. Sendo assim, pode ser necessário o corte desses materiais.

2.5 Metodologia Construtiva

A instalação do sistema de vedações em gesso acartonado se dá em várias atividades e, portanto, deve ser pensado de modo a se fazer a devida conceituação dos componentes, bem como se ter preocupação com a execução propriamente dita. Para Nicomedes e Qualharini (2003), a montagem deve iniciar-se na fase de projeto, de modo a se especificar os seguintes itens:

- Tipos das placas a serem utilizadas;
- Espessuras finais;
- Dimensões dos montantes;
- Existência ou não de isolamentos termoacústicos; e
- Necessidade da vedação apresentar resistência ao fogo ou à umidade.

Descritos os materiais e componentes, é possível passarmos para a fase de implementação da estrutura de vedação, desde que se garanta o cumprimento de algumas condições iniciais. Taniguti (1999) ressalta algumas dessas condições:

- Todas as atividades que envolvam água têm de estar finalizadas;
- A área a ser executada em gesso deve estar limpa e isolada da chuva;
- O processo de cura dos elementos estruturais em concreto deve estar finalizado;

2.5.1 Instalação das guias

Essa etapa consiste na fixação de perfis metálicos à serem colocados no teto e piso, denominados de guia superior e guia inferior, respectivamente.

Para a instalação das guias deve-se manter o foco na precisão da locação das mesmas, uma vez que esses componentes determinarão o posicionamento das vedações. Esta locação deve tomar como referencial um eixo definido *in loco*.

As guias devem ser fixadas a cada 60 cm, em um mínimo de 3 pontos de fixação, valendo-se dos sistemas parafusos-buchas ou pistola-pino de aço (Taniguti, 1999).

Ainda segundo Taniguti (1999) é recomendável a utilização de uma fita de isolamento nas faces das guias que ficaram em contato com o teto e piso, minimizando os efeitos sonoros passantes por essas interfaces. A Fita a ser utilizada para esse fim está descrita na Figura 4 do item 2.4.4. Além disso, essas fitas ainda tem a capacidade de minimizar a deformação das paredes em relação à flexão.

2.5.2 Instalação dos montantes

Em sequência à instalação das guias, deve-se partir para a estruturação das divisórias através dos montantes, estruturas em aço galvanizado instalados verticalmente de modo a dar suporte às placas de gesso acartonado.

Esses perfis metálicos devem ser cortados com um tamanho inferior em 10 mm com relação ao pé direito, de modo que a folga se mantenha na guia superior. Desta maneira, fica facilitado o processo de locação e fixação dos montantes (Taniguti, 1999).

A instalação dos perfis deve-se iniciar nos montantes perimetrais que devem ser fixados com o sistema de parafuso-bucha contendo a fita de isolamento (Item 2.4.4, Figura 4) acoplada bem como nas guias superior e inferior. A partir daí, instala-se os demais montantes, fixados em ambas as guias, respeitando um espaçamento de 40 ou 60 cm.

2.5.3 Fechamento da primeira face da estrutura

O fechamento das divisórias consiste na fixação das chapas de gesso acartonado em uma das faces das vedações podendo, as chapas, serem postas na posição horizontal ou vertical.

Independente da orientação das chapas de gesso acartonado, elas devem ser fixadas nos montantes por parafusos com distâncias inferiores a 300 mm e dispostos a 10 mm da borda das chapas (TANIGUTI, 1999).

No processo em destaque, deve-se ter a preocupação com o posicionamento das juntas entre as chapas, parte mais frágil da divisória, de modo a minimizar a ocorrência destas e evitar patologias no sistema. Segundo Taniguti (1999), deve-se fazer a instalação das chapas de modo que as juntas horizontais se mantenham desencontradas.

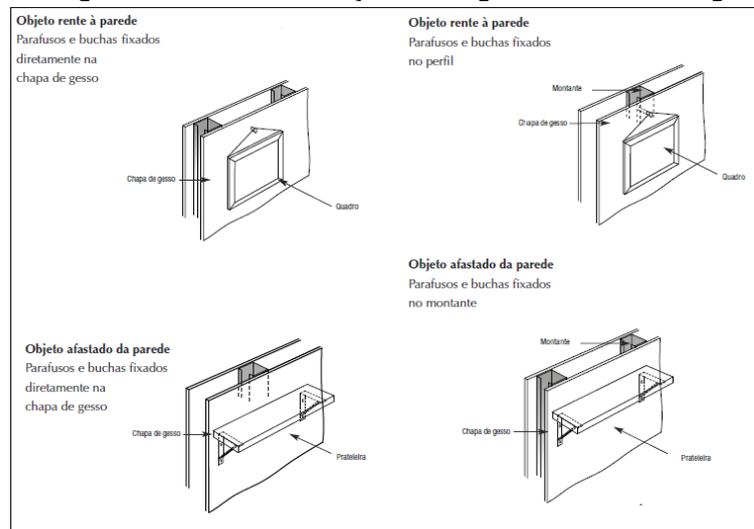
Taniguti (1999), ressalta a importância de se manter uma distância de 10 mm de afastamento da base das chapas de gesso em relação ao piso, evitando-se problemas com a absorção de umidade pelo gesso.

2.5.4 Colocação de reforços e Instalações prediais

Com o fechamento da primeira camada da vedação vertical, deve-se atentar à passagem das instalações prediais, se existentes, e à fixação dos reforços para áreas com carregamento superior à 30kg, valor máximo sugerido por Silva (2000) para garantir a integridade das chapas.

A fixação de cargas inferiores ao limite dado por Silva (2002) pode ser feita diretamente sobre a placa de gesso, bem como ser aparafusada aos montantes. A Figura 5 mostra um esquema dessa fixação.

Figura 5: Modelo de Fixação de cargas inferiores a 30kg



Fonte: Adaptado do Portfólio Resistência Mecânica e fixação de objetos em Drywall – Associação Brasileira de Drywall, 2014.

Para fixar cargas superiores ao limite é necessário o reforço estrutural da parede, sendo feita através da inserção de chapas metálicas presas entre os montantes. O objeto a ser fixado será, então, aparafusado a chapa metálica de reforço.

A Figura 6 mostra como deve ser feita a fixação de objetos com cargas dessa magnitude:

Figura 6: Modelo de fixação de cargas superiores a 30kg

1 - Fixação do suporte de carga



Fixar o suporte de carga nos montantes com parafuso do tipo metal/metal na altura determinada em projeto.

2 - Perfuração para fixação



Perfurar as chapas de gesso e o suporte de carga com uma broca apropriada ao diâmetro da bucha.

3 - Instalação da bucha



Inserir a bucha no furo, certificando-se de que a bucha atravessou a chapa de gesso e o suporte de carga.

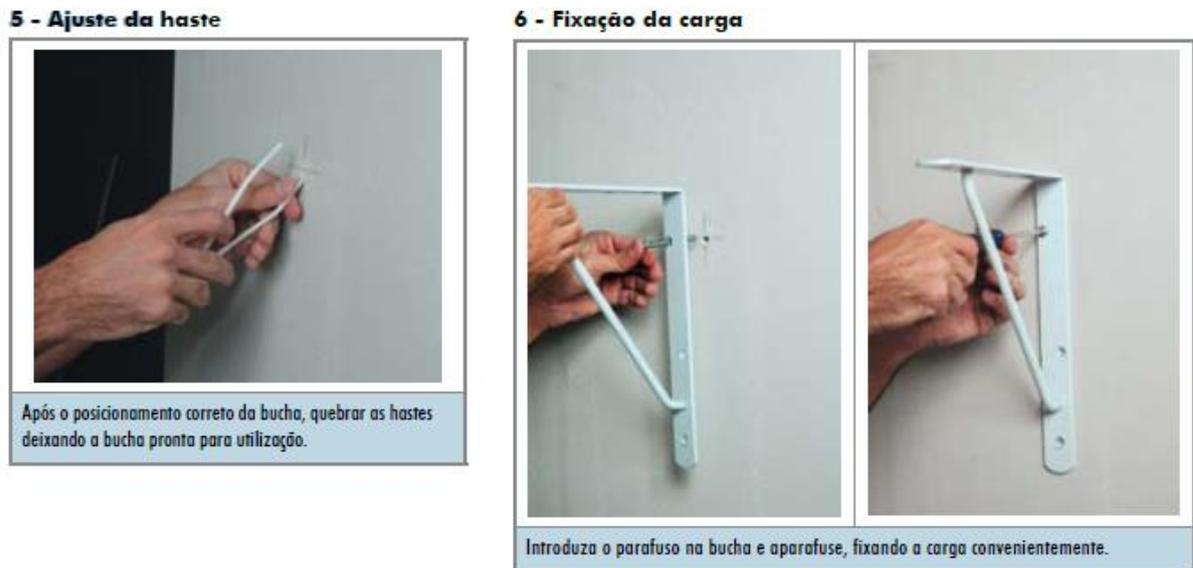
4 - Ajuste da bucha



Puxar a haste da bucha até que esta encoste na chapa ou no suporte de carga.

Fonte: Adaptado do Portfólio Sistemas Drywall Knauf– Manual de Instalação - Knauf Drywall, 2009.

Figura 6: Modelo de fixação de cargas superiores a 30kg (Continuação)



Fonte: Adaptado do Portfólio Sistemas Drywall Knauf – Manual de Instalação - Knauf Drywall, 2009.

Para as instalações elétricas prediais, torna-se necessária a utilização de peças plásticas nos orifícios dos montantes. Tais peças tem por finalidade evitar quaisquer danos aos eletrodutos e aos cabos elétricos causados pelas arestas cortantes dos montantes. Para as instalações hidráulicas, existe a necessidade de se fixar a tubulação no interior das divisórias e os pontos de saída nas chapas de gesso acartonado, tais como chuveiros, torneiras e registros (TANIGUTI, 1999).

2.5.5 Instalação do isolante termoacústico

A instalação do material termoacústico, seja lã de vidro ou de rocha, deve se dar com a finalização dos serviços descritos nos tópicos 2.5.1 ao 2.5.4 do presente trabalho, de modo a tornar mais prática a instalação e proporcionar melhor desempenho do material. Desta Maneira, as chapas de gesso limitariam a movimentação do isolante (SILVA, 2000).

As lãs devem ocupar todo o espaço entre as chapas de gesso acartonado, podendo serem presas as guias superiores por parafusos, garantindo a sua distribuição uniforme no interior das divisórias. Além disso, devemos nos atentar para garantir que o espaçamento dos montantes e a largura dos isolantes sejam compatíveis, podendo ser necessário o corte deste material (TANIGUTI,1999).

Vale ressaltar, ainda, que a utilização desses isolantes é de caráter opcional, mas ocasiona melhorias significativas no conforto proporcionado ao consumidor final.

2.5.6 Fechamento da segunda face da estrutura

O procedimento para o fechamento da segunda face do sistema de vedações verticais em gesso acartonado é análogo ao do fechamento da camada primeira, descrita no item 2.5.3 deste trabalho. Entretanto, nesta etapa, deve-se precaver contra a perfuração e danificação das instalações e realizar a limpeza entre as chapas.

2.5.7 Tratamento das juntas

Dando sequência ao processo de montagem das vedações em gesso acartonado, devemos executar o tratamento das juntas das chapas e o cobrimento dos parafusos de fixação.

O tratamento das bordas, segundo Taniguti (1999) se dá com aplicação da massa, acomodada nos rebaixos das bordas descrita no item 2.4.1 do presente trabalho, além da aplicação de fitas resistentes à tração, quesito em que a massa se mostra deficiente. As fitas utilizadas aqui são específicas para o tratamento das juntas, como o caso das constituídas de papel microperfurado do sistema Knauff Drywall (Item 2.4.4, Figura 4) ou equivalentes comerciais deste produto.

Para que se alcance a aparência monolítica almejada, deve-se realizar a limpeza da região a ser tratada, prosseguindo para a aplicação de uma camada de massa de rejuntamento. Essa primeira camada pode ser constituída por uma massa mais consistente, sem a necessidade de um acabamento perfeito, com uma espessura de cerca de 70mm para cada lado da junta.

Com a massa ainda úmida, deve-se aplicar a fita de tratamento de juntas, centralizada à mesma, com o auxílio de uma espátula para pressionar a região e retirar o excesso de material que sairá pela lateral da fita. Após esse procedimento deve-se aplicar massa sobreposta à fita aplicada, de modo a cobri-la por completo.

Este ciclo pode ser repetido com a finalidade de se alcançar melhor acabamento final da região, sendo usual a realização de três camadas de massa: a

primeira, mais grosseira; a segunda, para preenchimento dos rebaixamentos; e a terceira, com acabamento mais refinado, apresentando-se de maneira lisa e perfeita (TANIGUTI, 1999).

As cabeças dos pregos e parafusos de fixação aos montantes também devem ser cobertas por uma camada de massa de rejuntamento.

2.5.8 *Acabamento final da divisória*

O acabamento final das divisórias pode ser realizado respeitando-se um prazo de 12 a 18 horas após o rejuntamento, desde que em condições atmosféricas normais, podendo ser estendido para 36 a 48 horas em condições de baixa temperatura e alta umidade. Tal prazo se deve ao tempo mínimo de secagem do rejunte.

Para o acabamento, existe a possibilidade da aplicação de diversos materiais, tais como tintas, tintas texturizadas, papel de parede, revestimento cerâmico, dentre outros. No Brasil, as pinturas e os acabamentos cerâmicos se mostram mais comumente utilizados (TANIGUTI, 1999).

A realização da pintura requer cuidados, sendo necessária a aplicação de uma camada de “*primer*” específico para regularizar as diferenças de porosidade e rugosidade das juntas tratadas e das chapas de gesso. Com a dificuldade de encontrar tal produto no mercado brasileiro, substituiu-se o material pela aplicação de uma camada de massa corrida (TANIGUTI, 1999).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O capítulo terceiro tem como objetivo apresentar a metodologia utilizada ao longo do presente trabalho, dando ênfase à classificação da pesquisa, área de estudo e aos instrumentos utilizados.

3.1 Tipo de pesquisa

Para Lakatos (2003), a pesquisa é definida como um procedimento formal, que requer um tratamento científico e pensamento reflexivo na busca de se conhecer a realidade ou desvendar verdades parciais. O mesmo autor ainda classifica as pesquisas segundo à sua forma, podendo ser: explicativas, exploratórias ou descritivas.

De maneira análoga, podemos classificar as pesquisas em relação a sua abordagem, podendo ser qualitativas ou quantitativas. Além disso, pode-se discutir o caráter das fontes relacionadas aos procedimentos e pareceres técnicos, podendo se enquadrar em pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, estudo de caso e pesquisa-ação (LAKATOS, 2003).

É necessário, portanto, enquadrar o presente trabalho quanto sua à natureza da pesquisa, quanto à abordagem da pergunta-problema e quanto aos seus objetivos.

Para o estudo sobre a substituição do sistema construtivo das vedações verticais de interiores na vila habitacional estudantil da UFOP serão elaboradas análises quantitativas e qualitativas.

Quanto à natureza da pesquisa, o presente trabalho possui um caráter exploratório, uma vez que a missão de detalhar e implantar uma metodologia construtiva ainda não trabalhada para a edificação.

Tendo em vista a flexibilidade da abordagem adotado no presente trabalho, entende-se que o estudo de caso é uma das ferramentas citadas por Gil (1999) como mais adequadas ao presente estudo e, portanto, foi adotada como objetivo do trabalho em questão.

3.2 Materiais e métodos

No presente trabalho, as edificações da vila habitacional que será utilizada como alojamento estudantil da UFOP foram selecionadas como estudo de caso.

Inicialmente, foram levantadas as principais características de projeto dessas edificações de maneira a propor a substituição de um dos sistemas construtivos adotados, a vedação em alvenaria de tijolos cerâmicos, por sistema em gesso acartonado. A partir daí, fez-se a análise dos materiais, os valores referentes a tais materiais, bem como a mão de obra prevista no projeto licitado pela UFOP.

Em seguida fez-se um levantamento das quantidades de material e custos que estão implícitos à escolha pela metodologia construtiva em gesso acartonado, fazendo-se um comparativo com a alvenaria convencional de projeto.

Em relação ao gesso acartonado, as estimativas de custo serão formuladas segundo a composição das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos – TCPO, com os preços relativos ao Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI (2016), e sobre consultas de preços nas empresas da região da grande Belo Horizonte, na tentativa de apresentar valores mais condizentes com a realidade de mercado brasileira.

3.3 Instrumento de coleta de dados

No presente trabalho foi utilizado o colhimento dos Registros Institucionais, ou Análise Documental, que engloba Catálogos, Manuais, Livros, Dissertações, Teses, Tabelas, entre outros. Ainda nesse contexto, foram utilizados alguns softwares, como o Microsoft Excel® e o AutoCad®.

3.4 Tabulação de dados

A estruturação dos dados obtidos nas análises quantitativas de materiais e mão de obra foi tabulado em Microsoft Excel®, com todos os cálculos sendo realizados dentro do próprio software.

4 ESTUDO DE CASO

O presente Capítulo tratará de apresentar e discutir a possível substituição da alvenaria convencional por sistemas de vedações em gesso acartonado na construção dos novos alojamentos estudantis da Universidade Federal de Ouro Preto. Tais alojamentos tem acesso na Rua João Pedro da Silva, bairro Bauxita, Ouro Preto-MG.

4.1 Apresentação do projeto existente

Os novos alojamentos estudantis da Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP formarão um complexo de moradias compostas por 8 edificações, das quais 7 serão germinadas, contemplando, portanto, 15 moradias com capacidade para 294 alunos.

No projeto estão previstos dois tipos de casas, sendo 4 delas compostas por 2 pavimentos e 11 serão distribuídas com desnível interno de meio pavimento, dispostas de modo a criar uma praça central para onde as entradas das edificações estão voltadas. Para esta praça, é prevista a construção de pavimentação, estacionamentos, drenagem e iluminação pública.

Para as edificações, totalizando uma área de 3975,76m², será utilizado sistema construtivo em lajes maciças com fechamento de paredes em alvenaria, estrutura de madeira e telhas coloniais para cobertura.

A obra encontra-se, quando do início do presente trabalho, em estágio de execução de acabamento das casas 1 a 6, 15 e 16, enquanto que na área externa as edificações têm se prosseguido a execução de calçadas, passagem dos dutos das instalações de comunicação, além dos demais serviços de urbanização da área externa. As casas 13 e 14 encontram-se na execução do sistema estrutural, porém as obras nessa edificação encontram-se paralisadas em razão da falta de recursos financeiros da instituição. As obras das edificações que abrangem as casas 7, 9 e 10,11 e 12 ainda não foram iniciadas.

A Figura 7 apresenta uma planta de localização do conjunto habitacional descrito.

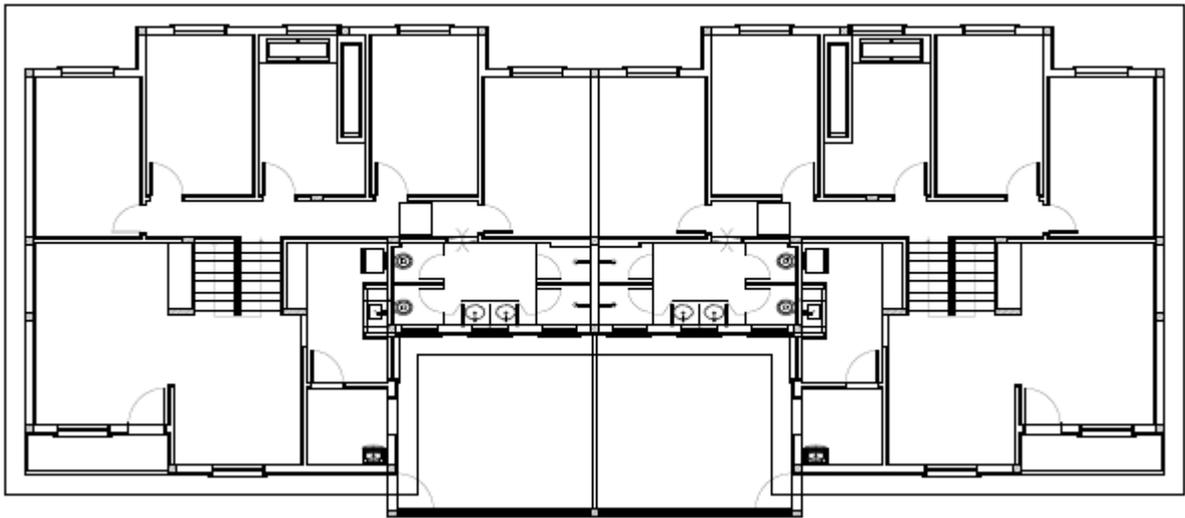
Figura 7: Planta de Localização das Moradias estudantis



Fonte: Adaptado do projeto das moradias estudantis - Prefeitura do Campus da UFOP

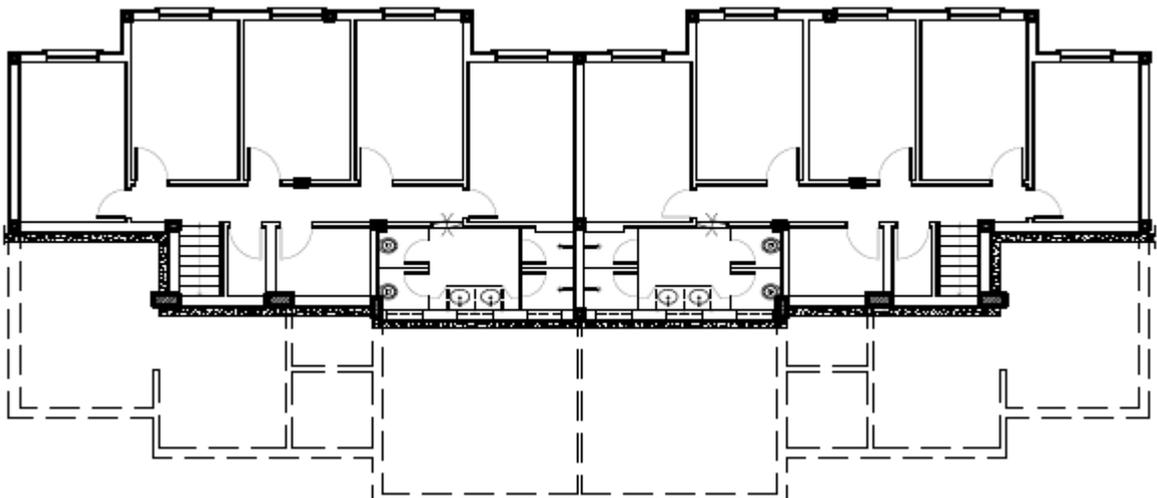
As edificações do tipo 1, referentes aos alojamentos de números 1,2,7 a 16 demonstrados na Figuras 5, tem a conformação de interior conforme as Figuras 8 e 9.

Figura 8: Layout interno das edificações tipo 1 – Térreo – Escala 1:200



Fonte: Adaptado do projeto das moradias estudantis - Prefeitura do Campus da UFOP

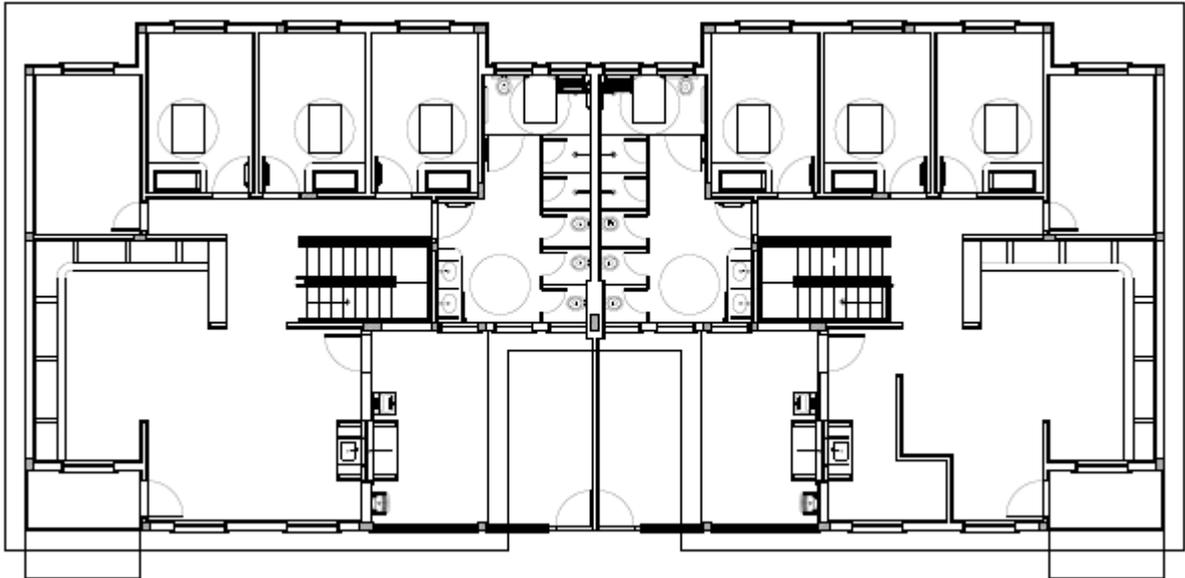
Figura 9: Layout interno das edificações tipo 1 – Subsolo – Escala 1:200



Fonte: Adaptado do projeto das moradias estudantis - Prefeitura do Campus da UFOP

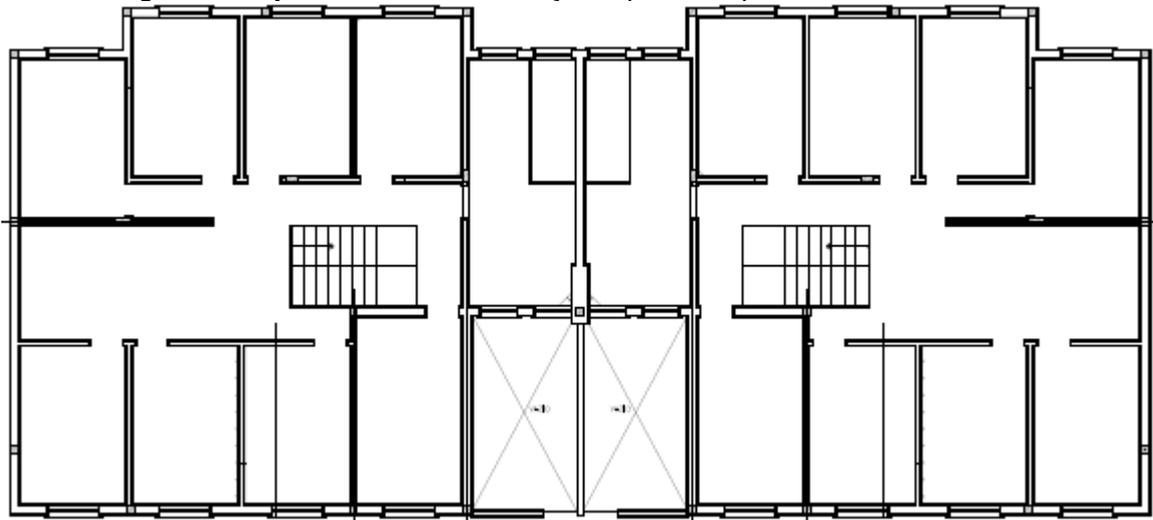
Já as edificações do tipo 2, referentes aos alojamentos de portadores de necessidades especiais, denominadas como casas 3 a 6 na figura 5, tem a conformação de interior conforme as Figuras 10 e 11.

Figura 10: Layout interno das edificações tipo 2 – Térreo – Escala 1:200



Fonte: Adaptado do projeto das moradias estudantis - Prefeitura do Campus da UFOP

Figura 11: Layout interno das edificações tipo 2 – 1º pavimento – Escala 1:200



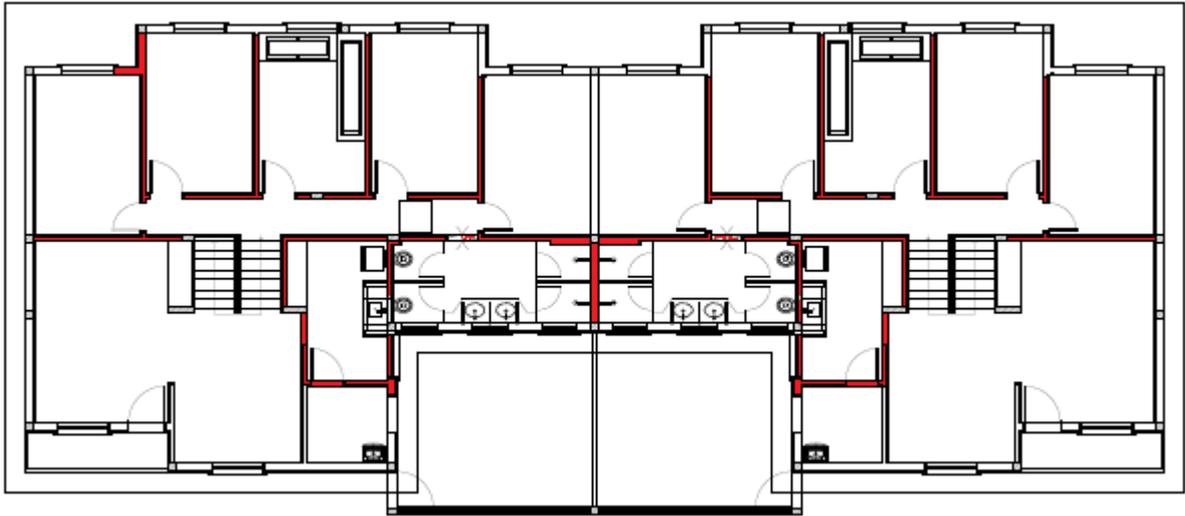
Fonte: Adaptado do projeto das moradias estudantis - Prefeitura do Campus da UFOP

4.2 Proposta de substituição

O presente trabalho propõe que a substituição dos sistemas construtivos das vedações verticais de interiores seja feita nas edificações cuja execução ainda não foi iniciada. Dessa maneira, o foco dos estudos serão casas 7, 9, 10, 11 e 12, todas pertencentes a tipologia 1 de projeto.

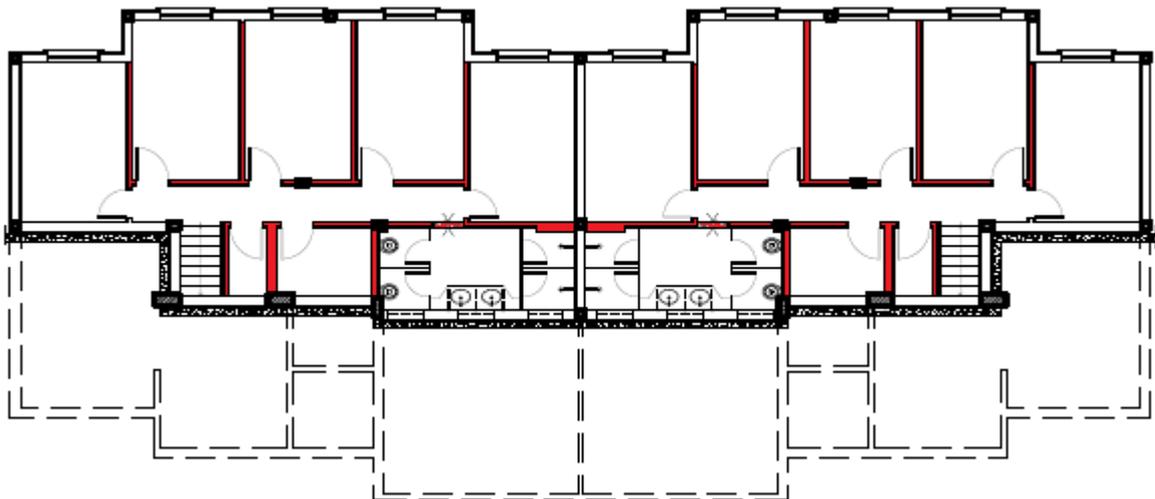
Seguindo tal dinâmica, propõe-se a utilização do gesso acartonado nas vedações verticais destacadas em vermelho nas Figuras 12 e 13.

Figura 12: Vedações onde se aplicaria o gesso – 1º pavimento – Escala 1:200



Fonte: Adaptado do projeto das moradias estudantis - Prefeitura do Campus da UFOP

Figura 13: Vedações onde se aplicaria o gesso – Subsolo – Escala 1:200



Fonte: adaptado do projeto das moradias estudantis - Prefeitura do Campus da UFOP

Aqui, prevê-se a utilização de chapas de gesso resistentes a umidade nas áreas molháveis da edificação, banheiro e cozinha, enquanto nas demais áreas se faz o uso de chapas *Standart*.

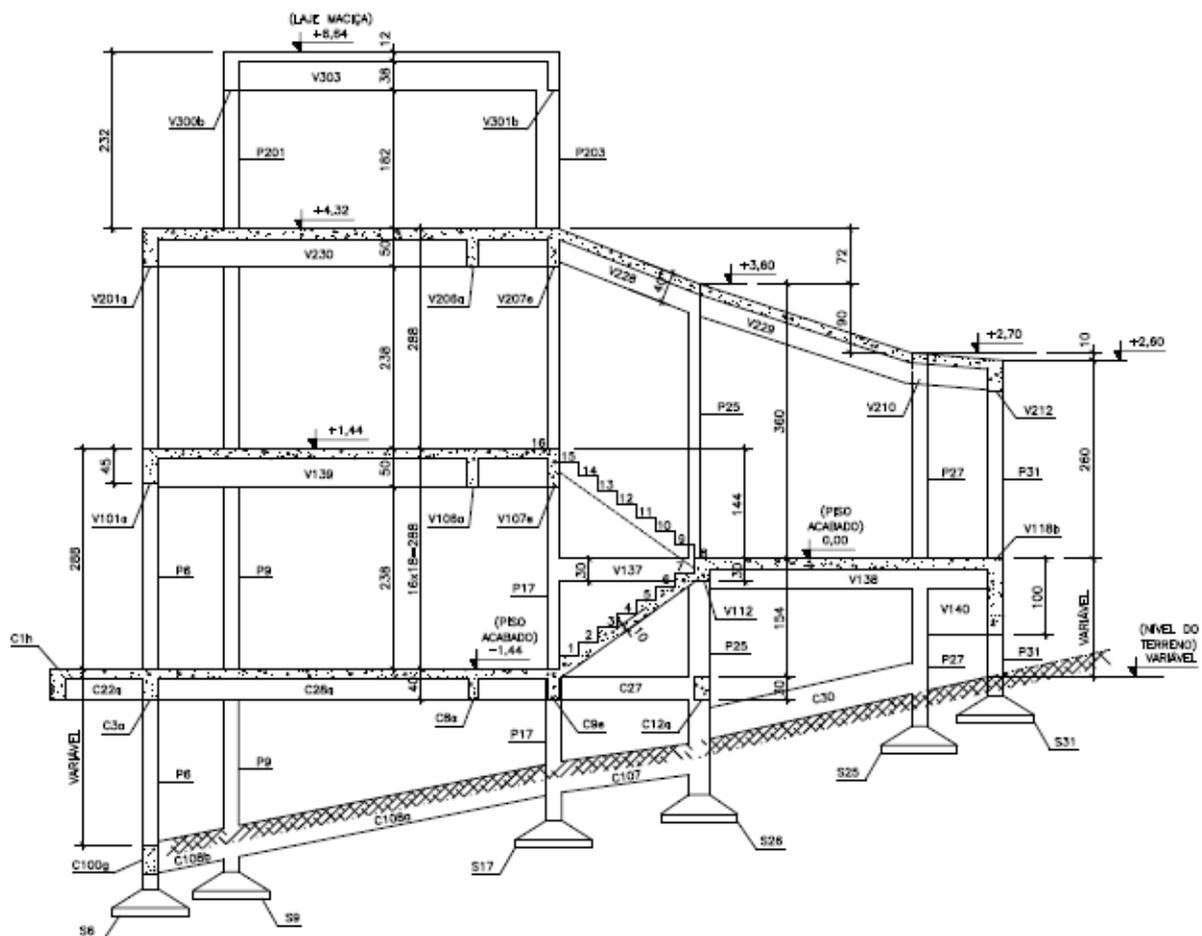
4.3 Análise de custos

Deve-se considerar a quantidade de material a ser empregado para se estabelecer um parâmetro de análise quantitativa. É o que se passa a fazer.

Dessa maneira, tendo o corte demonstrado na Figura 14, pode-se calcular a área de paredes a ser construída, de modo a fornecer dados sobre o custo por área. Tal parâmetro pode ser usado comparativamente para se analisar o sistema construtivo de vedações em gesso acartonado e em alvenaria convencional.

Fazendo a quantização da área de paredes internas a serem construídas, chegamos a um valor de 1197,32 m².

Figura 14: Corte do projeto das moradias estudantis – layout tipo 1 – Escala 1:100



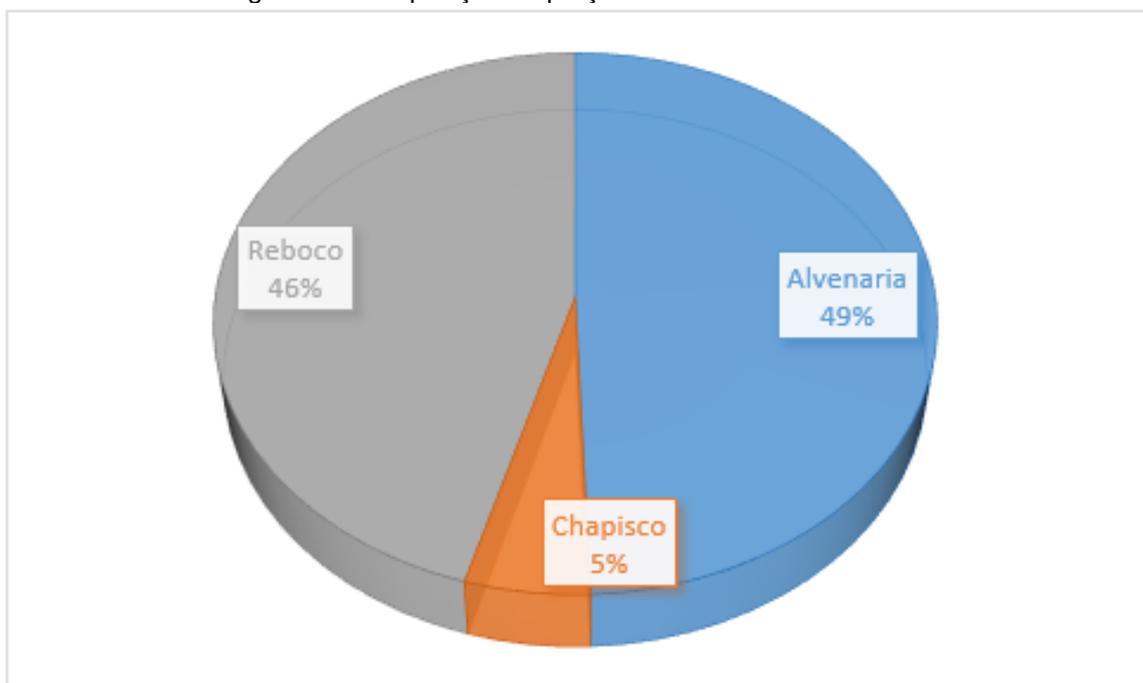
Fonte: adaptado do projeto das moradias estudantis - Prefeitura do Campus da UFOP

Considerando a metodologia construtiva e os valores descritos na composição de preços da obra, a empresa encarregada pela execução da vila habitacional se incumbiu de executar as alvenarias internas em tijolos cerâmicos 14x19x29cm e argamassa com traço 1:1:6, recebendo o valor de R\$45.138,97 (quarenta e cinco mil, cento e trinta e oito reais e noventa e sete centavos). Além

disso, os valores referentes ao chapisco, emboço e reboco das alvenarias para o acabamento foram incluídos, totalizando o valor de R\$105.619,30 (cento e cinco mil seiscentos e dezenove reais e trinta centavos) por todo o serviço, incluindo o tratamento das fachadas.

Analisando os valores descritos acima, a empresa receberá o equivalente a R\$ 76,34(setenta e seis reais e trinta e quatro centavos) por cada metro quadrado de alvenaria com o devido acabamento, sendo aproximadamente 49% do referente valor devido à execução da alvenaria, 5% relativos ao chapisco, e os demais 46% são relativos ao reboco nas duas faces da alvenaria.

Figura 15: Composição do preço da alvenaria convencional



Fonte: Dados da pesquisa

Desse modo, o modelo construtivo das vedações em alvenaria representaria um gasto total de R\$ 91.403,41 (noventa e um mil quatrocentos e três reais e quarenta e um centavos) que incluem mão de obra e materiais.

Como exposto no tópico 3.2, em relação ao gesso acartonado, as estimativas de custo foram formuladas na tentativa de apresentar valores mais condizentes com a realidade de mercado brasileira. Ainda, levando em consideração os dizeres do item 4.2, está previsto a utilização de tipos distintos de chapas de

gesso: as *Standart's*, para as áreas comuns e as resistentes à umidade, para as áreas molháveis.

Dessa maneira, chega-se aos valores representados pela Tabela 7:

Tabela 2: Composição do preço da vedação em gesso acartonado

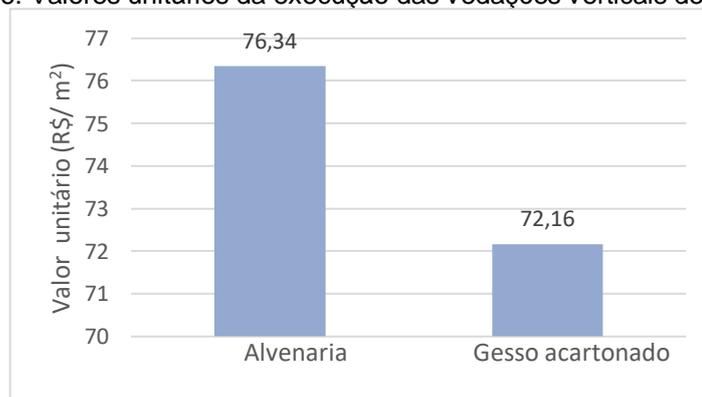
| Área total de Paredes em gesso | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|--|--|--|--|--|
| Tipo | Quant. (m ²) | | | | | |
| RU | 151,5 | | | | | |
| ST | 1045,82 | | | | | |
| Total | 1197,32 | | | | | |

| Item | descrição | Quant./ m ² | Un. | Quant. Total | R\$ Unit. | R\$ Total |
|------|-------------------------------------|------------------------|----------------|--------------|-----------|-----------|
| 1 | Chapa St Esp. 15,0mm | 1,00 | m ² | 1045,82 | 15,35 | 16053,34 |
| 2 | Chapa RU esp. 15mm | 1,00 | m ² | 151,50 | 20,18 | 3057,27 |
| 3 | Perfil Montante - M48, 90mm | 4,20 | ML | 5028,74 | 5,43 | 27306,08 |
| 4 | Perfil Guia - G48, 90mm | 0,80 | ML | 957,86 | 5,18 | 4961,69 |
| 5 | Fita papel microperfurada P/ juntas | 3,00 | ML | 3591,96 | 0,24 | 862,07 |
| 6 | Massa para tratamento de juntas | 0,90 | Kg | 1077,59 | 3,03 | 3265,09 |
| 7 | Parafuso Metal x Metal LA 4,2x13mm | 6,00 | PÇ | 7183,92 | 0,09 | 646,55 |
| 8 | Parafuso TA - 25mm | 29,00 | PÇ | 34722,28 | 0,09 | 3125,01 |
| 9 | mão de obra | 1,00 | m ² | 1197,32 | 22,65 | 27119,30 |
| | | | | | TOTAL | 86396,40 |

Fonte: Adaptado do cálculo de consumo de materiais – Knauff Drywall

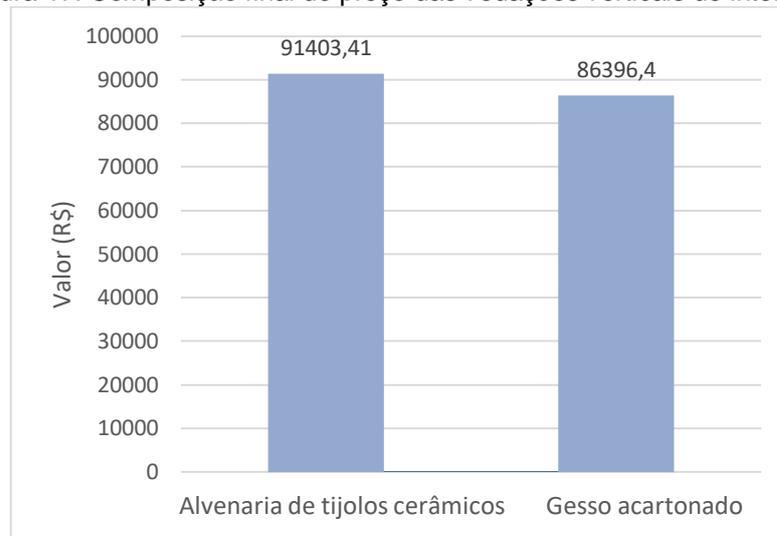
Analisando os dados apresentados na Tabela 7, é possível concluir que o valor final por metro que vedações de interiores em gesso acartonado é de R\$72,16 (setenta e dois reais e dezesseis centavos), totalizando um custo de R\$ 86396,40 (oitenta e seis mil trezentos e noventa e seis reais e quarenta centavos).

Figura 16: Valores unitários da execução das vedações verticais de interiores



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 17: Composição final de preço das vedações verticais de interiores



Fonte: Dados da pesquisa

Comparativamente, os valores finais envolvidos no método construtivo em alvenaria de tijolos cerâmicos superam em R\$ 5007,01 (cinco mil e sete reais e um centavo) os valores envolvidos na execução de vedações em gesso acartonado. Portanto, a substituição do primeiro pelo segundo material equivale a uma redução de 5,79% no custo das paredes internas.

4.4 Demais fatores que contribuiriam para a redução do custo final da obra

Ao analisar os dados obtidos no item 4.3, percebe-se uma redução significativa no custo da execução das vedações verticais de interiores. Contudo, vale ressaltar que os valores apresentados levam em consideração apenas a substituição simples do modelo construtivo, desconsiderando alguns fatores e condições que reduziriam o custo global da obra em questão.

Dentre esses fatores e condições, pode-se destacar:

- Redução das cargas permanentes;
- Modulação do projeto;
- Análise e redução das perdas de material, e
- Redução do tempo de obra

4.4.1 Redução das cargas permanentes

Seguindo a proposição de troca do sistema construtivo das vedações internas, a substituição da alvenaria pelo sistema de paredes em gesso acartonado acarreta a redução das cargas permanentes de obra, já que o sistema em gesso se mostra bem mais leve em comparação à alvenaria tradicional. Sendo assim, deve ser quantificada a redução das seções dos pilares, vigas e demais elementos estruturais e a redução da área de aço presente em tais elementos de modo a se obter a real economia envolvida no processo.

Acredita-se que o custo geral da edificação tenha uma redução ainda mais significativa caso haja a alteração do projeto estrutural das edificações em termos do decréscimo de esforços que tal substituição de vedações acarretaria.

4.4.2 Modulação do projeto

A coordenação modular é a adoção de um sistema capaz de ordenar e racionalizar a produção de qualquer artefato, desde o projeto até o produto final (PENTEADO, 1980). Tal ordenação e racionalização se efetiva, em maior parte, com a adoção do módulo, uma medida de referência, que norteia toda a cadeia de elementos que constitui o artefato.

Para Argentina (1977), a adoção de um módulo implica que todos os demais componentes, ou parte representativa deles, tenham suas dimensões como multiplicação ou fração da mesma unidade. Essa atividade tem como intuito a coordenação das dimensões das partes de um edifício, assegurando a flexibilidade de combinação de medidas e facilidade de produção.

No contexto do presente trabalho, o ideal seria a definição do módulo com as dimensões compatíveis ao tamanho comercial das chapas de gesso acartonado. Dessa maneira, o projeto das edificações deveria ser ajustado em termos dimensionais para que houvesse uma correspondência ao módulo previamente definido, visando a redução dos cortes, ajustes e, portanto, perdas das chapas de gesso acartonado. Dessa maneira, a redução das perdas de material implicaria maior economia para o custo total da obra.

4.4.3 Análise e redução das perdas de material

Buscando maximizar a economia, é essencial que se busque maneiras de se mitigar as perdas no processo de execução das vedações verticais em gesso acartonado. Por isso, é primordial que se tenha à disposição um estoque eficiente e seguro para as peças envolvidas, livre de umidade, bem como a aplicação de mão de obra especializada e capaz de executar o serviço.

Assim como a modulação, esses dois serviços, se bem compreendidos e executados, reduzem o número de componentes danificados e/ou perdidos desde a estocagem, deslocamento em obra e execução propriamente dita de modo a se evitar custos com substituição das peças danificadas ou perdidas.

4.4.4 Redução do tempo de obra

Por tratar-se de uma obra pública, o foco do presente trabalho foi o custo final do empreendimento, apresentando soluções técnicas mais viáveis economicamente.

Contudo, é importante ressaltar que o sistema de vedação em gesso acartonado proporciona uma maior agilidade e produtividade da execução da parede comparado à alvenaria convencional. Isso se dá em função de um maior controle de produção das peças, proporcionando superfícies prontas para o acabamento, além de carecer de pouco ou nenhum retrabalho, de modo que as instalações são executadas antes do fechamento da segunda chapa de gesso.

Portanto, o tempo final para a entrega do empreendimento em questão seria reduzido consideravelmente com a substituição do sistema construtivo das vedações, apesar de não ser possível precisar o tamanho dessa redução.

4.5 Vantagens e desvantagens (gesso acartonado x alvenaria convencional)

Tendo em vista os dados apresentados no presente trabalho, é possível definir as seguintes vantagens da utilização do gesso acartonado em relação a alvenaria convencional que seriam:

- Sistema de construção a seco, gerando maior limpeza e coordenação do canteiro de obras;

- Produtividade alta;
- Exclusão da vedação vertical do caminho crítico da obra;
- Peso reduzido;
- É possível o embutimento das instalações;
- Superfície mais regular, possibilitando melhor acabamento;
- Estrutura desmontável;
- Dimensões mais precisas por ser um produto industrial, e
- Utilização de revestimento de pequena espessura.

Ainda é possível definir as desvantagens do gesso em relação à alvenaria, que seriam:

- Obrigatoriedade de se posicionar reforços estruturais do sistema de vedações nas áreas de cozinha e banheiros, haja vista, no caso em tela, a possibilidade de instalação de armários e pias que superem os valores de carregamento máximo;
- Baixa resistência a umidade, que pode necessitar a substituição das placas nas áreas molháveis dessa edificação após determinados períodos de utilização, e
- Dificuldade do desenvolvimento do olhar sistêmico sobre a edificação, prejudicando a correta interação entre o sistema de vedação e as instalações prediais da edificação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho comparou a utilização de dois métodos construtivos das vedações verticais de interiores para constatar qual material se enquadraria melhor no perfil da edificação em questão.

Para tanto, comparou-se os valores da composição de custos do responsável técnico para execução da obra em alvenaria de tijolos cerâmicos com os possíveis custos da utilização de um sistema de vedações em chapas de gesso acartonado, valendo-se da 13ª edição do TCPO, do sistema SINAPI e da análise de mercado na região de Belo Horizonte – MG.

Nesse comparativo, foram obtidos dados que mostram uma redução de R\$ 5007,01 (cinco mil e sete reais e um centavo) do custo da execução das vedações verticais de interiores, induzindo à escolha do gesso acartonado como material de construção em detrimento da alvenaria convencional.

Além disso, existe a possibilidade de uma economia ainda mais significativa caso levar-se em conta a redução considerável de peso que tal substituição implicaria, uma vez que com carregamentos menores seria possível reduzir os gastos com o sistema de fundação e estrutura da edificação.

Por se mostrar como um sistema com elevado grau de racionalização e com maior possibilidade organizacional, o gesso acartonado diminui a geração de resíduos, desperdícios e retrabalho. Nesse sistema de vedação não há a necessidade de se realizar cortes nas estruturas para a passagem das instalações prediais, tarefa obrigatória para vedações em alvenaria, além de ser um material com menor margem de perdas, sendo mais flexível e de transporte consideravelmente mais simplificado.

Portanto, levando em conta todos os dados e exposições presentes neste trabalho, é possível inferir que a utilização de gesso acartonado para as vedações verticais dos novos alojamentos da Universidade Federal de Ouro Preto é possivelmente o mais adequado, gerando menor custo e maior agilidade da execução do complexo habitacional.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C36: Standard specification for gypsum wallboard**. West Conshohocken, PA, 2003.

ARGENTINA. INTI. **Coordinacion Modular**. Buenos Aires, 1977.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DRYWALL. **Resistência mecânica e fixação de objetos em Drywall**. Associação Brasileira de Drywall, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.715-1: Chapas de gesso acartonado – requisitos**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220-3: Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575: Edificações habitacionais de até cinco pavimentos: desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.

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

FERGUSON, M.R. **Drywall: professional techniques for walls & ceilings**. s.L., Tauton Books & Videos, 1996.

FRANCO, L. S. **O projeto das vedações verticais: Características e a importância para a racionalização do processo de produção**. Ln.: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de edifícios: Vedações verticais, São Paulo, 1998. Anais. São Paulo, EPUSP/PCC, 1998.

KNAUF DRYWALL. Sistemas de construção a seco. Sd. **Folheto técnico Knauf – Paredes Knauf**. Knauf Drywall,2015.

KNAUF DRYWALL. Sistemas de construção a seco. Sd. **Folheto técnico Knauf – Revestimentos Knauf**.Knauf Drywall,2015.

KNAUF DRYWALL. Sistemas de construção a seco. Sd. **Knauf Ficha Técnica – Chapa Knauf resistente à umidade - RU**. Knauf Drywall,2016.

KNAUF DRYWALL. Sistemas de construção a seco. Sd. **Portifólio de produtos e sistemas Knauf**. Knauf Drywall,2015.

KNAUF DRYWALL. Sistemas de construção a seco. Sd. **Sistemas drywallKnauf – Manual de instalação**.Knauf Drywall,2009.

LOSSO, M.; VIVEIROS, E. **Gesso acartonado e isolamento acústico: teoria versus prática no Brasil**. 2004. Trabalho apresentado ao X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, 2004.

MITIDIERI FILHO, C.V. **Avaliação do desempenho de componente e elementos construtivos inovadores destinados à habitação:** proposições específicas à avaliação do desempenho estrutural. São Paulo, 1998. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

NICOMEDES, G.; QUALHARINI; E. **Planejamento e controle de projeto para alvenarias em gesso acartonado:** drywall e seus sistemas complementares. 2003. Trabalho apresentado ao III Workshop brasileiro de gestão do processo de projeto na construção de edifícios, Belo Horizonte, 2003.

NORMA DE PROCEDIMENTO TÉCNICO CORPO DE BOMBEIROS PARANÁ. **NPT 008: Resistência ao fogo dos elementos de construção.** Paraná, 2011.

PENTEADO, Adilson F. **Coordenação modular.** 1980. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1980.

SABBATINI, F.H. et al. **Desenvolvimento tecnológico de métodos construtivos para alvenarias e revestimentos:** recomendações para a construção de paredes de vedação em alvenaria. São Paulo, EPUSP, 1998. (Projeto EP/EM-1)

SILVA, M.F.A. **Gerenciamento de processos na construção civil: um estudo de caso aplicado no processo de execução de paredes em gesso acartonado.** 2000. Dissertação (Pós-graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2000.

SINAPI. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.** Instituto Nacional de Geografia e Estatística (IBGE), Brasil, 2016.

SOUZA, R. **A contribuição do conceito de desempenho para a avaliação do edifício e suas partes:** aplicação às janelas de uso habitacional. São Paulo, 1983. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

TANIGUTI, E.K. **Métodos Construtivos de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado.** 1999. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.