



**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANA CRISTINA SOUSA DA COSTA
LARISSA ALMEIDA SILVA**

**ESTUDO DA VIABILIDADE ENTRE DRYWALL E
ALVENARIA PARA VEDAÇÃO INTERNA DE
EDIFICAÇÃO PREDIAL**

PUBLICAÇÃO N°: 26

**GOIANÉSIA / GO
2018**



**ANA CRISTINA SOUSA DA COSTA
LARISSA ALMEIDA SILVA**

**ESTUDO DA VIABILIDADE ENTRE DRYWALL E
ALVENARIA PARA VEDAÇÃO INTERNA DE
EDIFICAÇÃO PREDIAL**

PUBLICAÇÃO Nº: 26

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACEG.**

ORIENTADOR: ROBSON DE OLIVEIRA FÉLIX

GOIANÉSIA / GO: 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

COSTA, ANA CRISTINA SOUSA DE; SILVA, LARISSA ALMEIDA.

Estudo da viabilidade entre drywall e alvenaria para vedação interna de edificação predial, 54P, 297 mm (ENG/FACEG, Bacharel, Engenharia Civil, 2018).

TCC – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|---------------------|------------------------|
| 1. Estrutura | 2. Vedação vertical |
| 3. gesso acartonado | 4. Análise comparativa |
| I. ENC/UNI | II. Título (Série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COSTA, Ana Cristina Sousa de; SILVA, Larisse Almeida. Estudo da viabilidade entre drywall e alvenaria para vedação interna de edificação predial. TCC, Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia, GO, 54p. 2018.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DOS AUTORES: Ana Cristina Sousa da Costa e Larisse Almeida Silva

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo da Viabilidade entre Drywall e Alvenaria para Vedação Interna de Edificação Predial.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2018

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Ana Cristina Sousa da Costa
Email: anasousacosta@hotmail.com

Larisse Almeida Silva
Email: larisrealmeidasilva@hotmail.com

**ANA CRISTINA SOUSA DA COSTA
LARISSA ALMEIDA SILVA**

**ESTUDO DA VIABILIDADE ENTRE DRYWALL E
ALVENARIA PARA VEDAÇÃO INTERNA DE EDIFICAÇÃO
PREDIAL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA FACEG COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

APROVADO POR:

**ROBSON DE OLIVEIRA FÉLIX, especialista (FACEG)
(ORIENTADOR)**

**IGOR CEZAR SILVA BRAGA, Mestre (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**WELINTON ROSA DA SILVA, Mestre (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: GOIANÉSIA/GO, 07 de DEZEMBRO de 2018.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus, por todos os dias de minha vida, por ser aquele que me deu toda a sabedoria e paciência, quando mais precisei. A Deus por ter colocado em minha vida pessoas maravilhosas, que através de gestos de carinho e apoio, contribuíram muito com o desenvolvimento do trabalho.

Aos meus pais Júlia Maria e José Meneses, pois seria impossível realizar esse sonho sem o apoio, tanto financeiro quanto psicológico, que foi essencial na minha vida ter eles ao meu lado.

Aos meus irmãos Luana Paula, Ana Karoline e Júnior, pois me ajudaram de diversas formas, colaborando sempre que podia em minha evolução acadêmica.

A todos que, direta ou indiretamente torceram por mim deixo minha gratidão.

Ana Cristina Sousa da Costa.

Agradeço primeiramente a Deus que possibilitou a minha existência, proporcionou meios para ingressar em uma faculdade, discernimento e foco para prosseguir até o fim do curso com sabedoria.

A minha mãe Lucilene que esteve comigo em todos os momentos, me dando forças para nunca desistir e apoiando em todas as decisões. Ao meu pai João Batista e minhas irmãs Kárita e Gabriela que me apoiaram e me ajudaram a sempre procurar o melhor e mostrar que sou capaz.

A minha avó que me animou, me incentivou e compreendeu todos os momentos difíceis, me dando forças para superar todos os obstáculos.

Meus padrinhos Renato e Clarice por estarem ao meu lado em todos os momentos, sendo a minha segunda família.

Ao meu padrinho e amigo Pedro Henrique Ferreira Guimarães que estaria finalizando esse sonho comigo, quero dedicar essa conclusão do curso a ele que sonhou com esse momento e que hoje está junto a Deus.

A todos que tiveram participação direta ou indiretamente para a conclusão do trabalho.

Por fim, agradecer ao professor e orientador Robson Félix, que acreditou no nosso potencial, que fez com que esse trabalho fosse realizado, nos incentivando e colaborando na conclusão do mesmo.

Larisse Almeida Silva.

RESUMO

Com o avanço da tecnologia no mercado construtivo, a competitividade na Engenharia Civil fez com que as empresas ficassem desafiadas e fossem em busca de sistemas eficientes, com o objetivo de aumentar a sua produtividade, diminuindo custos, sendo rápidos no processo, melhorando sempre sua qualidade. O desenvolvimento do nosso trabalho foi um estudo de caso comparando vedações verticais internas, sendo umas delas o Gesso Acartonado, uma vedação que está se tornando muito comum na construção civil, substituindo com a mesma finalidade as vedações de bloco cerâmico. O comparativo dos dois métodos foi efetivado através do programa *AltoQi Eberick V8*, um *software* de dimensionamento estrutural que possibilita realizar lançamentos de elementos e cargas, permitindo a comparação de ambas as estruturas. Os resultados adquiridos, são representados por gráficos e tabelas, que são disponibilizados pelo próprio programa *Eberick*. O projeto em sua totalidade foi executado com 5.944,16 m² de vedações em bloco cerâmico e foram substituídas somente 38,2%, correspondente à 2.270,56 m² para gesso acartonado o que possibilitou a alteração dos resultados. A estrutura teve uma redução equivalente à 299,91 tf (6,27%) da carga vertical, conseqüentemente o consumo de concreto diminuiu 5,1 m³ (0,49%). Com o abatimento das cargas e esforços na estrutura gerou redução no consumo de aço de 7046,9 kg (7,88%) e com a otimização da seção transversal dos elementos estruturais, acarretou em uma economia de 0,07% na área de formas, o equivalente à 7,2 m². Conseqüentemente foi possível verificar detalhadamente o custo de ambos os projetos, onde a estrutura de bloco cerâmico gerou uma totalidade de R\$ 1.368.971,48 e após a substituição parcial da estrutura em gesso acartonado, houve um aumento de R\$ 10.863,27 (0,79%), tendo um resultado final de R\$ 1.379.834,75.

Palavras-chave: bloco cerâmico, gesso acartonado, estrutura, análise comparativa.

ABSTRACT

Due to innovation in construction technologies, competitiveness in Civil Construction has challenged companies to search for efficient softwares to increase productivity, lowering costs, making the working processes faster, always improving it. The development of our paper was a case study comparing internal vertical sealings using gypsum plaster known as drywall, which is becoming much more usual in Brazilian civil construction, instead of ceramic sealing. The comparison of both methods was made using AltoQi Eberick V8, a software for structural dimensioning that allows adding charges and elements making possible to compare both structures. The results are represented by graphic models and boxes provided by Eberick itself. The project was executed in its total using 5.944,16 m² of ceramic blocks for sealing and it was replaced by only 38,2%, meaning 2.270,56 m² to drywall which made the change possible. The structure suffered a lowering of 299,91 tf (6,27%) from the vertical charge, consequently the concrete consumption reduced in 5,1 m³ (0,49%). By the lowering of charges and changes in the structure generated a reduction in steel consumption of 7046,9 kg (7,88%), and also by the optimization of transversal section of structural elements, the economy of 0,07% was made in the area of shapes, the equivalent to 7,2 m². It was possible then to verify, in details, the cost of both projects, where the use of ceramic blocks costed the total of R\$ 1.368.971,48 and after partial replacement of structure using drywall there was an increase of R\$ 10.863,27 (0,79%), being R\$ 1.379.834,75 the final total.

Key-words: ceramic blocks, drywall, structure, comparative analysis.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cargas adotadas no projeto estrutural	23
Tabela 2 - Orçamento Estrutural e Vedação – Projeto com bloco cerâmico.....	33
Tabela 3 - Orçamento Estrutural e Vedação – Projeto com <i>drywall</i>	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação de um bloco Cerâmico e suas dimensões	13
Figura 2 - Corte da Arquitetura	21
Figura 3 - Pavimento tipo	22
Figura 4 - Pavimento tipo	22
Figura 5 - Pavimento tipo	23
Figura 6 - Janela para lançamento do pavimento	24
Figura 7 - Lançamentos das cargas e dos elementos estruturais do projeto no pavimento	24
Figura 8 - Configuração de análise do projeto	25
Figura 9 - Configuração de cargas do vento.....	25
Figura 10 - Configuração de materiais e durabilidade	26
Figura 11 - Pórtico 3D.....	27
Figura 12 - Deslocamento elástico – Bloco Cerâmico	28
Figura 13 - Deslocamento elástico – Gesso Acartonado.....	28
Figura 14 - Comparativo entre os pesos de aço do projeto	29
Figura 15 - Redução do peso do aço no projeto	29
Figura 16 - Comparativo da área de forma no projeto	30
Figura 17 - Redução da área de forma no projeto	30
Figura 18 - Comparativo do volume de concreto no projeto.....	31
Figura 19 - Redução do volume de concreto no projeto.....	31
Figura 20 - Análise Estática Linear – Bloco Cerâmico e <i>Drywall</i>	32
Figura 21 - Comparativo entre o custo do aço de ambas estruturas	35
Figura 22 - Comparativo entre o custo do aço de ambas estruturas	35
Figura 23 - Comparativo entre o custo do aço de ambas estruturas	36
Figura 24 - Comparativo entre as vedações verticais de ambas as estruturas	36

SUMÁRIO

RESUMO.....	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVO GERAL	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 ELEMENTOS ESTRUTURAIS	4
3.1.1 Viga	5
3.1.1.1 Linha Neutra.....	5
3.1.1.2 Flechas	6
3.1.2 Pilar	6
3.1.3 Laje	7
3.1.3.1 Laje Maciça.....	7
3.1.3.2 Lajes Nervuradas.....	8
3.1.4. Fundação	8
3.2 ELEMENTOS DE VEDAÇÕES VERTICAIS.....	9
3.2.1 Vedação Vertical Externa.....	10
3.2.2 Vedação Vertical Interna	10
3.2.3 Resistência ao fogo e água	11
3.2.4 Vedação de ruídos.....	12
3.3 ALVENARIA	12
3.3.1 Modelos de alvenaria.....	13
3.3.2 Execução	13
3.4 GESSO ACARTONADO – DRYWALL	14
3.4.1 Modelos de drywall	15
3.4.2 Execução	16
3.4.3 Revestimento	17

3.5 ALVENARIA E DRYWALL	18
4 MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 LANÇAMENTOS	21
4.2 CONFIGURAÇÕES DO PROGRAMA.....	24
6 RESULTADOS	27
7 CONCLUSÃO.....	37
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1 INTRODUÇÃO

As grandes empresas do setor de Construção Civil estão em uma busca de soluções sustentáveis que promovam a redução de custos, e que minimizem os impactos ao meio ambiente (PESSANHA, 2002).

Em edificações de médio e grande porte, é necessário racionalizar a execução das vedações verticais para reduzir os custos. O tipo de fechamento de parede adotado na construção impacta diretamente no sistema construtivo da mesma. A oscilação do carregamento permanente sobre a estrutura dada pela diferença do peso específico pode acarretar em redução nos elementos estruturais (BARROS, 1996).

Novas técnicas de execução das paredes de fechamento como o Gesso Acartonado podem substituir a alvenaria. A adoção dessa tecnologia vem crescendo ao longo dos últimos anos, com destaque para o “*drywall*”, que vem ganhando o mercado da construção civil.

O termo *drywall* significa parede seca, e é um tipo de construção executado sem a necessidade de argamassa. Esse sistema proporciona maior agilidade na construção, diminui a produção de entulhos, melhora a função acústica, possui menor tempo em execução e reduz a carga estrutural na edificação (MITIDIARI, 2009).

Segundo MITIDIARI (2009), o gesso acartonado chegou ao Brasil no ano de 1970, mas a tecnologia *drywall* foi adicionada somente no ano de 1990. A normatização referente ao *drywall* brasileiro surgiu no ano de 2001, gerando novas oportunidades no mercado de trabalho. De acordo com MARTINS FILHO (2010), esse sistema atende a norma NBR 15575 (ABNT, 2013), e é o único que pode ser utilizado em forros, paredes e revestimentos.

Segundo SILVA (2009), uma parede executada em alvenaria de bloco cerâmico pesa em média 180kgf/m², em quanto que paredes desenvolvidas através do sistema de *drywall* possuem peso de 42kgf/m², que é quatro à cinco vezes menor (LUCA, 2006).

O *drywall* proporciona uma redução de até 14% no peso da estrutura quando comparado à vedação em alvenaria. Essa diferença na carga final reduz os custos da obra, como também minimiza as deformações recorrentes na edificação pela redução do carregamento final, o que proporciona uma redução na parcela devida à fluência do concreto (EYE, 2015). A NBR 15758 (ABNT, 2009) contém os sistemas construtivos em chapas de gesso para *drywall*, e os procedimentos executivos para montagem.

Mediante o exposto, antes de realizar uma obra, é necessário que um estudo na estrutura seja um dos motivadores na efetivação de um projeto, pois graças às inovações tecnológicas os cálculos e as medidas adequadas são enquadrados anteriormente a realização da proposta com

maior eficiência, como os aplicativos de *softwares* que prometem auxiliar o engenheiro civil com maior prontidão e aprimoramento nos dias atuais (SALLABERY, 2005).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo é comparar a alvenaria e o gesso acartonado na vedação vertical em um edifício de múltiplos pavimentos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar as vantagens e desvantagens dos dois tipos de vedações: Alvenaria e *Drywall*;
- Calcular através do *software AltoQi Eberick* a estrutura e fundação de um projeto de múltiplos pavimentos para vedação em alvenaria de bloco cerâmico;
- Calcular através do *software AltoQi Eberick* a estrutura e fundação de um projeto de múltiplos pavimentos para vedação interna parcial em *drywall*;
- Determinar e comparar a carga final produzida na edificação.
- Comparar os custos na execução de tal edificação por meio de dois tipos de vedação vertical mencionados;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ELEMENTOS ESTRUTURAIS

Um edifício quando posto em observação precisa ser analisado diante de suas diretrizes de execução e a sua capacidade de suportar as consequências causadas pelo poder de todas as possibilidades que sua posição horizontal pode acarretar, por isso, há o que se falar nas inflexibilidades que esta postura alinhada lhe atribui, sendo que devem ser realizados mecanismos que comprovem com que o edifício realmente possua essa exigência, de poder ser estruturado e competente para atuar diante de qualquer imprevisibilidade (GIONGO, 2007).

É necessário lembrarmos que ao profissional da engenharia civil é esperado todo o nível articulado de competência, pois quando a execução de um edifício é praticada se espera que seu lançamento seja estudado anteriormente, ou seja, as possibilidades mencionadas precisam apresentar certo grau elevado de engaste e flexibilidade, porém nenhum desses dois requisitos podem ser ignorados, entretanto, cada um com sua autonomia e aspectos (SOUZA E REIS, 2008).

De acordo com Souza e Reis (2008), a geração de um projeto estrutural levando em conta que seus vínculos sejam engastados, apresenta uma estrutura final rígida onde se utiliza mais materiais e apresenta um custo final mais elevado, já uma estrutura de vínculos flexíveis pode agir contra a segurança, uma vez que a mesma pode originar situações de instabilidade para a estrutura.

Sallabery (2005) diz que, na medida em que as tecnologias e técnicas construtivas avançam, procura-se realizar melhorias no concreto armado, visando aumentar sua capacidade de resistência e durabilidade, uma vez em que o elemento se tornou hoje em dia quase que indispensável para a engenharia estrutural.

Segundo Pereira (2018), projetos de concreto armado devem ser realizados por engenheiros com especialidade na área de estrutura, pois os mesmos determinam a quantidade de barras de aço que serão utilizadas, bitolas e elementos que irão compor a estrutura como: pilares, vigas, lajes, etc. Também determinam a carga suportada pelo concreto, espaçamento entre barras de aço, necessidade de armaduras de flexão, entre outros. Como em qualquer outra estrutura, existem as vantagens e desvantagens de se utilizar o concreto armado. Para que o custo final da obra não seja considerado elevado de forma desnecessária, deve-se analisar previamente o tipo de estrutura que melhor se adequa a situação requerida, de forma a diminuir os custos e adequar o projeto as leis e normas vigentes.

Segundo Rocha (1986), estrutura de concreto armado sendo lajes, vigas, pilares, entre outros, nada mais é que uma ligação de concreto com um elemento resistente a tração, que em geral se utiliza o aço.

Assim, se faz necessário elencarmos quais os conceitos e aspectos necessários para uma básica compreensão do que trata os elementos citados nesse capítulo.

3.1.1 Viga

Vigas são componentes da estrutura onde o dimensionamento de suas armaduras leva-se em consideração esforços de flexão, compressão, tração, cisalhamento e torção, podem ser consideradas como “barras” [VERGUTZ e CUSTÓDIO, 2010].

A NBR 6118 (ABNT, 2014) determina que a seção transversal das vigas não podem apresentar largura menor que 12 cm e as vigas-parede menor que 15 cm. Só poderam ser reduzidos em casos específicos com o limite máximo de 10 cm.

Segundo Gere e Weaver (1987), se solicitarmos uma estrutura por forças (normais, axiais, cisalhantes, flexões, etc.), seus componentes sofrem deformações e deslocamentos, ou melhor, seus pontos internos movem-se para diferentes posições, exceto os pontos de apoios fixos, podendo ser de translação, rotação ou uma combinação entre os dois deslocamentos.

Compreende-se que, as vigas se tratam de compensadores de um peso que lhe serão atribuídos certamente em uma força ponderada, e com isso é esperado desse elemento que absorva a rigidez que lhe é imposta a carga, por isso, sua largura, conforme a NBR supracitada, precisa ser limitada e estudada antes de sua execução, ou seja, um apoio nas estruturas que serão atribuídas em um projeto. Por isso, se faz necessário frisar dois aspectos a seguir, a linha neutra e as flechas.

3.1.1.1 Linha Neutra

De acordo com Beer e Johnston (1995), a definição de linha neutra nada mais é do que a reta da seção transversal onde não existe tensão normal, ou seja, não há esforço de tração ou compressão, dividindo a seção em regiões tracionadas e comprimidas.

3.1.1.2 Flechas

De acordo com Barboza (2008), flechas em componentes estruturais são de certa forma aceitáveis, porém deve-se atentar para que as flechas causadas nas paredes ou demais elementos em concreto armado não ultrapassem a capacidade de deformação estudada previamente.

Segundo Mattos (2013), quando se rotula uma viga se redistribui os momentos de engastamento da viga e pilar para momentos positivos, isto é, todo e qualquer momento negativo existente no apoio passará a ser positivo. Na execução da estrutura existem ligações rígidas entre pilares e vigas, que resulta em momento negativo. Como não são dimensionadas armaduras negativas para resistir este momento, o mesmo pode causar fissuras indesejáveis no apoio.

3.1.2 Pilar

A NBR 6118 (ABNT, 2014) deixa de forma clara e evidente que a menor dimensão que se pode ser adotada para pilares e pilares-paredes maciços é de 19 cm. Segundo Scadelai e Pinheiro (2005), os pórticos recebem pelas estruturas dos andares, as forças e ações verticais, já as ações e forças horizontais alusivas do vento, são transferidas aos pórticos pelas paredes externas da edificação.

Segundo Vergutz e Custódio (2010), é possível calcular as cargas recebidas pelos pilares de cada pavimento, através dos métodos da grelha ou do pórtico, o qual é definido pelo modelo estrutural adotado em projeto. No cálculo dos pilares, se leva em conta uma excentricidade onde exista uma imprecisão da força normal e um desvio do eixo da peça, que pode ocorrer durante a construção em relação ao projeto.

E quando falamos das ações provenientes da natureza forem insignificantes, como o vento, por exemplo, há que se executar um padrão ininterrupto na posição vertical que possa ser sustentado pelas vigas em um componente afastado no solo.

Para pilares curtos, esbeltos, medianamente esbeltos e muito esbeltos seguimos a seguinte classificação (ALVA et. al, 2008):

- Pilares curtos ($\lambda \leq 35$);
- Pilares medianamente esbeltos ($35 < \lambda \leq 90$);
- Pilares esbeltos ($90 < \lambda \leq 140$);

- Pilares muito esbeltos ($140 < \lambda \leq 200$).

Assim como são normalmente classificados em pilares centrados, pilares de extremidade e pilares de canto. (CHAMBERLAIN, 2001).

3.1.3 Laje

Pinhal (2009), diz que lajes são estruturas de pedras ou concreto armado, planas e horizontais, ligadas a vigas e pilares que agem como divisor de piso da edificação. Lajes de concreto armado pré-moldadas ou de execução *in loco* (maciças) são as mais utilizadas nas construções, as pré-moldadas são de uso mais decorrente devido sua fácil execução e baixo custo. As lajes têm como função isolante: servir de piso, cobertura ou forro nas edificações.

Segundo Vergutz e Custódio (2010), lajes de concreto armado podem ser preparadas de diversas formas, as mais comuns nas construções são do tipo maciça, nervurada, pré-moldada, treliçada, lisa e tipo cogumelo.

3.1.3.1 Laje Maciça

A definição de laje maciça nada mais é que toda e qualquer laje em que sua espessura é toda composta por concreto, envolvendo suas armaduras de flexão e ocasionalmente outras armaduras (BASTOS, 2013).

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), devem ser respeitados os seguintes limites mínimos para a espessura:

- a) 7 cm para cobertura não em balanço;
- b) 8 cm para lajes de piso não em balanço;
- c) 10 cm para lajes em balanço;
- d) 10 cm para lajes que suportem veículos de peso total menor ou igual a 30 kN;
- e) 12 cm para lajes que suportem veículos de peso total maior que 30 kN;
- f) 15 cm para lajes com protensão apoiadas em vigas, com o mínimo de $l/42$ para lajes de piso biapoiadas e $l/50$ para lajes de piso contínuas;
- g) 16 cm para lajes lisas e 14 cm para lajes-cogumelo, fora do capitel.

3.1.3.2 Lajes Nervuradas

A NBR 6118 (ABNT, 2014) estabelece que para o projeto das lajes nervuradas se faz necessário que as seguintes condições sejam obedecidas:

- a) para lajes com espaçamento entre eixos de nervuras menor ou igual a 65 cm, pode ser dispensada a verificação da flexão da mesa, e para a verificação do cisalhamento da região das nervuras, permite-se consideração dos critérios de laje;
- b) para lajes com espaçamento entre eixos de nervuras entre 65 cm e 110 cm, exige-se a verificação da flexão da mesa, e as nervuras devem ser verificadas ao cisalhamento como vigas; permite-se essa verificação como lajes se o espaçamento entre eixos de nervuras for até 90 cm e a largura média das nervuras for maior que 12 cm;
- c) para lajes nervuradas com espaçamento entre eixos de nervuras maiores que 110 cm, a mesa deve ser projetada como laje maciça, apoiada na grelha de vigas, respeitando-se os seus limites mínimos de espessura.

3.1.4. Fundação

Fundações são os elementos estruturais com função de transmitir as cargas da estrutura ao terreno onde ela se apoia (AZEREDO, 1977). Assim, a fundação também precisa ser estipulada em um projeto, antes de realizada, entretanto, antes da análise da superfície em que serão estruturadas as cargas, deve haver diligências que irão especular sobre a resistência que a superfície irá sofrer. Em seguida, aplica-se o modelo de fundação mais eficiente, que honre as normas vigentes, com prazo célere e de valor mais acessível.

Segundo Pereira (2018), fundações se dividem em:

- a) Fundações superficiais: elementos onde a carga causada pela estrutura é transmitida ao solo por meio da base dos elementos de fundações. Geralmente são projetadas onde existem pequenas escavações no solo e dispensam o uso de grandes equipamentos. Alguns tipos de fundações superficiais são: sapatas, blocos e radiers;

- b) Fundações profundas: elementos utilizados onde as cargas causadas sejam de maior expressão; são transmitidas através da base, pela lateral ou pelos dois casos simultaneamente. Geralmente são utilizadas onde tenham cargas muito altas e o terreno é pobre ou fraco. Alguns tipos de fundações profundas são: tubulões e caixões.

Fundações bem projetadas correspondem de 3% a 10% do custo total do edifício; porém, se forem mal concebidas e mal projetadas, podem atingir 5 a 10 vezes o custo da fundação mais apropriada para o caso (BRITO, 1987).

Diante de todo o estudo até aqui, é visível que os elementos estruturais são ligados por um objetivo comum, porém todos eles, vigas, pilares, lajes e fundações, além de se comunicarem entre si, possuem autonomia desde suas capacidades individuais até a união de todos estes elementos em um projeto, perpetuados em sua execução, sendo necessário aprofundar cada instituto e suas complexidades após a aprovação deste estudo.

3.2 ELEMENTOS DE VEDAÇÕES VERTICAIS

Segundo Mitidieri (2002), vedação vertical é o elemento de maior influência no imóvel, uma vez que a mesma determina a maior parte do desenvolvimento do edifício o que a torna também, responsável por aspectos de habitabilidade relacionados à higiene, saúde, conforto, segurança, entre outros.

César (2002) diz que, vedação teve seu conceito progredido durante a história da humanidade, uma vez em que houve uma evolução das tecnologias, dos materiais disponíveis no meio em que o homem habita e suas necessidades físicas, culturais e espirituais.

Com esse entendimento, podemos dizer que o homem sempre em busca de segurança criou um método de estar sempre se desviando de possíveis danos, onde com essa ideologia evoluiu desde os primórdios, até os dias atuais, buscando elevar sempre seus conceitos e técnicas, execuções e características, para que a dinamização e praticidade sempre estejam em movimento, fazendo da tecnologia um preceito que o auxiliará a buscar sempre de sofisticar suas habilidades.

Sabbatini (2003), diz que existem critérios a serem avaliados antes de qualquer aplicação de tecnologia, que seriam:

- Critério de desempenho: desempenhos acústicos e térmicos, controle de acesso de ar, proteção contra ação do fogo, desempenho estrutural, vedação da água, iluminação e durabilidade.
- Aspecto construtivo: execução facilitada, produtividade, equipamentos para execução e pessoas qualificadas.

De acordo com Mitidieri (2002), vedações verticais são bastante importantes no decorrer da construção, devido estarem ligadas ao desenvolvimento da obra o que as fazem determinar rumos para o planejamento. Além de sua influência no planejamento da obra, influenciam também no índice de racionalização uma vez que interferem nos procedimentos de hidráulica, elétrica, esquadrias e revestimentos.

De mais a mais, é cristalino que a vedação vertical carece de planejamento, sendo necessário estudar, também, a sua modalidade externa e interna, assim como sua capacidade de resistir ao fogo, água e ruídos, o que passaremos a abordar brevemente.

3.2.1 Vedação Vertical Externa

Segundo Sabbatini (2003), vedação vertical externa é toda e qualquer vedação que circunda o edifício onde ao menos uma de suas faces esteja em contato direto com o meio ambiente externo.

Podemos dizer que seria a exposição, o lado de fora da face, onde este contato que o autor aduz seria o solo, onde os efeitos da natureza (vento, terra, água, etc.) estariam em contato direto com esse lado do edifício.

3.2.2 Vedação Vertical Interna

De acordo com Elder (1997), vedação interna é aquela que fragmenta as áreas internas dos edifícios, tornando-o assim com vários ambientes.

Esse tipo de vedação abrange a estrutura como um meio de suportar a carga, além de dividir internamente o edifício em ambientes (sala, cozinha, copa, etc.).

Há o que se falar, também, em uma classificação além de suporte e divisão da vedação vertical interna, que segundo SABATINNI (2003) seriam:

- a) Fixa: vedação imóvel, devido os componentes serem de difícil e quase impossível recuperação para possíveis modificações futuras. Alguns exemplos são: paredes de alvenaria, paredes maciças, etc.
- b) Desmontável: devido os componentes serem de fácil manuseio e transporte, se necessária alguma alteração sofre pouca deterioração em seus componentes, necessitando ou não de substituição.
- c) Móvel: vedação ao ter necessidade de ser transportada de um local a outro, não sofre nenhuma perda, nem se faz necessário o desmanche de seus componentes.

Por último, a NBR 15575-4 (ABNT, 2013) define que sistemas de vedações internos e externos são componentes da edificação que separam e limitam ambientes da construção, como divisórias internas e fachadas.

3.2.3 Resistência ao fogo e água

A metodologia de desempenho pertinente à resistência e reação ao fogo é averiguado por meio do tempo em que os componentes do edifício permanecem estáveis quando subordinados a uma temperatura elevada. Para componentes que possuem separadores como vedação interna, não é autorizada o aumento de temperatura na face não exposta à ação do fogo, nem o transpasse de gases quentes ou chamas.

De acordo com Kato (1988), reação ao fogo dos elementos é a eficiência de propagação em meio a chamas e o surgimento de gases tóxicos prejudiciais à saúde, o que se faz bastante importante a análise dos elementos que serão inseridos na construção.

A NBR 11681 (ABNT, 1990) estabelece os elementos de fechamento, ao serem submetidos à ação da água, ficam proibidos de terem um aumento de espessura acima de 10%; deslocamentos, onde a soma de suas extensões sejam superiores a 10% de sua largura efetiva, e fissuras verticais que possuam amplitude acima de 10 mm.

Estes dados, quanto à exposição do projeto a água e fogo, mantêm atualizadas as normas devido as novas tecnologias, que acabam por criar novos materiais resistentes a esses agentes, facilitando o trabalho do engenheiro civil em fornecer segurança em sua execução, e que tais efeitos sejam duradouros a ponto de estabelecer proteção ao seu projeto de uma forma duradoura e eficaz.

3.2.4 Vedação de ruídos

Segundo Baring (1998), esse requisito seria um dos mais solicitados pelos usuários. Nos edifícios, os ruídos possuem três fontes distintas que são: pelo meio externo, que recaem no ambiente através de sua fachada; interferências sonoras, podem atravessar as vedações verticais; e ruídos ou vibração de máquinas e equipamentos hidráulicos transmitidos por meio da estrutura e através das vedações verticais do edifício.

3.3 ALVENARIA

De acordo com Sabbatini (1984), alvenaria pode ser definida com a junção entre tijolos ou blocos com argamassa, formando um conjunto rígido e de coesão elevada construído em obra. Entretanto, é assim definida devido às ações do homem que para se proteger de imprevistos era obrigado a melhorar cada vez mais os materiais que utilizava a seu favor.

A alvenaria é a forma mais antiga de construção. Desde o princípio ela é utilizada pelo homem em casas, templos e monumentos. Apesar da utilização intensa, somente na década de 20 houve uma intensificação de estudos e experimentos, possibilitando a fundamentação para os projetos de alvenaria estrutural (ACCETTI, 1998).

De acordo com Franco (1992), alvenaria estrutural são todas as estruturas de alvenaria em que se é estimada por meio de cálculos onde se leva em conta cargas que a mesma irá suportar além de seu peso próprio. Pode ser definida também como um processo onde o principal atributo é a aplicação de paredes de alvenaria e lajes endurecidas que sirvam como suporte para cargas.

Segundo Nascimento (2002), a alvenaria tem como uma de suas principais funções a separação de ambientes, sejam eles internos ou externos, pode ser utilizada como freios, obstáculos ou filtros para ações de diferentes naturezas.

A alvenaria é a grande responsável pela habitabilidade dos abrigos. Ela garante, então, conforto, saúde, higiene e segurança de utilização, além de estar intimamente ligada à ocorrência de manifestações patológicas, determinando grande parte do desempenho do edifício (LORDSLEEM JÚNIOR, 2004).

Já a alvenaria estrutural não armada, para SABBATINI (2002) se trata de uma estrutura de paredes sem armação, onde as barras de aço são colocadas apenas para fins construtivos,

sem função estrutural, a fim de evitar fissuras em locais como: janelas, vergas, amarração de paredes, entre outros.

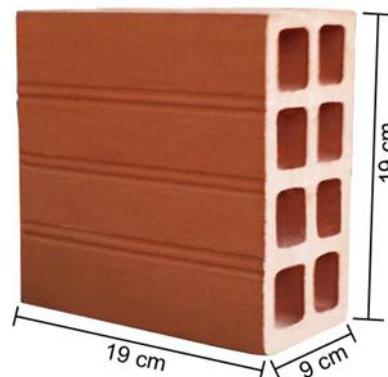
3.3.1 Modelos de alvenaria

De acordo com Sabbatini (2003) existem vários tipos de vedação em alvenaria, tais como: bloco de concreto, bloco cerâmico, bloco de concreto celular, bloco de solo cimento, pedra entre outros.

A NBR 6136 (ABNT, 1994) preconiza que o bloco se define como um elemento de alvenaria cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta. Ainda segundo a norma, sua aplicação, basicamente pode ser expressa de duas formas, ambos vazados, tendo um função estrutural e o outro não, utilizado normalmente apenas com função de vedação.

De acordo com a NBR 6120 (ABNT, 2017) o peso específico do bloco cerâmico é de 13KN/m^3 , de um bloco cerâmico de dimensões $(9 \times 19 \times 19)\text{cm}$. (Figura 1)

Figura 1 - Representação de um bloco Cerâmico e suas dimensões



Fonte: RODRIGUES (1999)

3.3.2 Execução

Entendem-se como alvenaria, paredes formadas por pedras ou blocos, naturais ou artificiais, ligadas entre si por juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso (SABBATINI, 1984).

3.4 GESSO ACARTONADO – DRYWALL

Construções a seco surgiram em meados do século XIX, sua história pode ser ligada diretamente por meio da parceria entre Augustine Sackett e Fred L. Kane, empresários, o primeiro em 1894 patenteou seu projeto por nome de *drywall*, desde então, Augustine passou a ser conhecido como “pai” da placa de gesso moderna (WOJEWODA; ROGALSKI, 2010).

De acordo com Sabbatini (1998), construções a seco tem sua denominação do termo inglês “*drywall construction*”. Mesmo com sua invenção em 1894, o material começou a ser utilizado nos Estados Unidos a partir de 1940, assim como em outros países europeus. No Brasil a história de utilização do *drywall* se inicia nos anos de 1970, onde o produto era importado para o país, sendo o início de sua industrialização e produção dada apenas em meados de 1990.

Segundo Corbiolli (1995), esse sistema já é aplicado no exterior há décadas, uma vez que o mesmo está difundido em diversos países e o produto possui um desenvolvimento alto, também possui maior uso se comparado a qualquer outro tipo de vedação interna.

Drywall são os elementos de fechamento dispostos na construção onde sua principal função é separar ambientes internos de edifícios, podendo ser constituídos com chapas de gesso acartonado ou madeira compensada (STEIN, 1980 *apud* TANIGITI, 1999, p.13).

Paredes de gesso acartonado se definem como um sistema composto por chapas de aço zincado, leves e placas de gesso acartonado de alta resistência mecânica e acústica, presas por meio de parafusos com tratamento de juntas e arestas. A formação desses elementos resulta em um conjunto com espessura de 9 cm. (BERNARDI, 2014)

De acordo com Faria (2008), as normas para regulamentação das práticas de utilização de *drywall* só foram desenvolvidas e publicadas por volta dos anos 2000, tendo como exemplos a NBR 14.715 (ABNT, 2001) para requisitos básicos, NBR 14.716 (ABNT, 2001) para verificação de características geométricas e NBR 14.717 (ABNT, 2001) para determinação das características físicas.

De acordo com Ferguson (1996), divisórias internas de gesso acartonado são compostas por uma estrutura leve preparadas com chapas de perfis metálicos de aço zincados, podendo ser montantes e guias, onde são fixadas as placas de gesso acartonado, podendo ser em uma ou em mais camadas.

3.4.1 Modelos de drywall

Segundo Oliveira (2005), os principais tipos de parede *drywall* são:

- Parede simples: constituídas por uma camada de chapa de gesso acartonado em cada face e compostas por uma linha de guia e montante.
- Parede dupla: constituídas por duas camadas de chapa de gesso acartonado em cada face e composta por uma linha de guia e montante.
- Parede com lã mineral: constituída através de aparatos acústicos como lã de vidro.
- Parede com dupla estrutura: são utilizadas devido o comportamento estrutural ou acústico necessário, pois facilita a passagem de tubulações de diâmetros elevados e são compostas por linha de guia e montante.
- Parede com montante duplo: bastante utilizada quando necessita vencer grandes vãos, composta por linha de guia e montante, porém o montante é fixo entre si e justaposto em dois a dois.
- Paredes com estruturas desencontradas: utilizada devido o comportamento estrutural ou acústico necessário, constituído por duas linhas guias e montantes divergentes.

Hardie (1995) especifica que chapa de gesso acartonado é a envoltura entre duas camadas de papelão com sua parte central de gesso.

Segundo Nakamura (2013), no Brasil são fabricadas 3 (três) modelos de painéis de gesso acartonados, sendo o padrão, as chapas resistentes ao fogo e a umidade, e que em casos específicos, onde é necessário, por exemplo, tratamento acústico, tal cuidado se dá com o término da montagem das placas.

Destarte, o *drywall* se trata de um material de vedação interna, por isso, busca aperfeiçoar sua utilização na divisão de ambientes, sendo que cada modelo segue sua função, onde as utilizadas são a *Standard* (ST), as Resistentes à Umidade (RU), bem como as Resistentes ao Fogo (RF), segue breve detalhamento acerca de cada tipo.

Standard são chapas com espessuras maiores, que possuem melhor desempenho em estrutura, entretanto, são rígidas, não sendo aconselhado seu uso para curvaturas. (FERGUSON, 1996).

Sua composição, afirma HAGE *et al* (1995), são formadas por um miolo de gesso e sulfato de potássio, o cloreto de sódio ou o sulfato de sódio, cuja adição ao produto tem o fim de tornar mais curto o tempo de pega.

As resistentes à umidade (RU) como se espera, possuem baixa taxa de absorção, em torno de 5% no máximo, conforme prevê a NBR 14717 (ABNT, 2001), sua composição, além do gesso, conta com silicone ou fibras de celulose, e as superfícies cobertas por cartão hidrofugante. (KNAUF, 1997).

De acordo com Ferguson (1996), as resistentes ao fogo dispõem de aditivos e fibras de vidro em sua composição, onde a função dos aditivos e das fibras de vidro são de reter a absorção de água, melhorar a resistência à tração e fazer com que a placa de gesso tenha mais resistência ao fogo.

3.4.2 Execução

Para fabricar placas de gesso, inicialmente deve-se fazer a extração da matéria prima e a fabricação do gesso em pó. Em seguida deve ser feita uma pasta composta pelo gesso em pó, aditivos e água; é necessário espalhar essa pasta em uma folha de papel cartão que será submetida a um procedimento de vibração, realizado para remoção de bolhas de ar que podem permanecer no interior da pasta, a fim de evitar vazios na placa para não comprometer sua resistência mecânica (HARDIE, 1995).

De acordo com Hardie (1995), após o procedimento de vibração do gesso, é colocada outra folha de papel que envolve toda a pasta, resultando em um sanduiche de gesso. Depois de endurecidas, as placas passam por um processo de corte e são transportadas para tuneis onde serão secadas, tuneis esses que possuem temperatura e umidade controlada. Logo após, as placas são submetidas a um circuito de ar frio para que as mesmas não percam suas propriedades elásticas durante o processo de secagem.

Ferguson (1996), afirma que chapas de gesso acartonado necessitam serem fixas sobre uma base que esteja plana e estável, pois as mesmas não possuem uma resistência estrutural apropriada.

Segundo Nakamura (2013), é de extrema importância e necessidade instalar uma estrutura metálica constituída por guias e montantes, que nada mais são que peças horizontais e verticais com espessura especificada em projeto que tem como finalidade o suporte para as placas de gesso acartonado. Faz-se necessário efetuar todas as instalações elétricas e hidráulicas

projetadas de antemão após a montagem dessa estrutura, para apenas então realizar a fixação das placas de gesso.

Oliveira (2005) confirma com o que recomenda a NBR 15217 (ABNT, 2005), onde expõe que perfis de aço para paredes de gesso acartonado são os fabricados através de processos de composição a frio, por segmento de rolo, a partir de chapas de aço cobertas com zinco por meio do processo de zincagem contínuo por imersão a quente.

Segundo Mitidieri (1997), é fundamental o trabalho de acabamento das juntas entre as chapas de gesso para que o resultado final da divisória não tenha um aspecto indecoroso e não apresente fissuras após ser finalizado.

Taniguti (1999) explica que fitas para juntas são empregadas para reforçar as juntas compostas pelo encontro entre duas ou mais chapas, a fim de oferecer um reforço maior nos cantos e também facilitar possíveis reparos causados pelas fissuras.

Complementa Mitidieri (2000) que em caso de conveniência, devido emprego de altas cargas, por exemplo, bancadas de pia, armários de cozinha, deve-se aderir um reforço interno à parede, que pode ser em madeira tratada ou aço zincado, e na execução deve ser deixado previamente na parede.

3.4.3 Revestimento

Segundo Losso (2004), placa de gesso acartonado comum é formada através do revestimento de papel tipo “kraft” em cada uma de suas faces e pela mistura de gesso em seu meio. Há outros tipos de placas, formadas por outros tipos de materiais mais resistentes para áreas como: cozinha, banheiro; que proporcionam maior resistência à água e ao fogo. A grande diferença entre essas placas está nos aditivos que são incorporados a massa de gesso, que tem objetivo de melhorar suas propriedades para a área específica em questão.

Realizado o tratamento de juntas e de cantos, as paredes já podem receber o revestimento. Azulejos devem ser fixados com argamassas colantes especiais, com maiores teores de resina, que proporcionam mais aderência e flexibilidade. Pinturas devem ser feitas sem a diluição da tinta sobre fundo selador (KISS, 2000).

3.5 ALVENARIA E DRYWALL

De acordo com Sabbatini (1998), os ganhos em se usar chapas de gesso acartonado como divisórias se comparadas com alvenaria são: ganho e melhor utilização de área, peso final menor, execução facilitada de instalações embutidas, melhor desempenho acústico, acabamento final liso e preciso, manutenção facilitada de instalações (hidráulicas e elétricas), rapidez de execução e vantagens econômicas.

A vedação vertical que é tradicionalmente em alvenaria, representa apenas 3 a 6% do custo do edifício, porém sua industrialização, e conseqüentemente a racionalização, trazem muitos outros benefícios para a obra, como aumento da produtividade, redução das espessuras dos revestimentos e problemas patológicos, tanto da alvenaria como dos subsistemas inter-relacionados a ela. (BARROS, 1998).

Diante disso, a alvenaria além de produzir maiores gastos, também faz da sua execução em comparação com o *drywall*, bem mais complexo e demorado, pois como já mencionado anteriormente, os indivíduos solicitam além do gasto menor, maior eficiência no trabalho. Frise-se que por mais que a alvenaria seja economicamente mais cara ou mais difícil de atingir a perfeição devida, em alguns casos, a mão-de-obra pouco profissionalizada, também faz parte de uma das estruturas mais seguras, e que ainda é adotada.

Segundo Losso (2004), gesso acartonado se comparado à alvenaria possui um ganho de área equivalente a alguns centímetros, o que contribui para a extensão do espaço útil da edificação. O peso do gesso é menor quando comparado à alvenaria, o que reduz no peso da estrutura aliviando assim as fundações. A execução de instalações elétricas e hidráulicas é facilitada, onde é possível executá-las sem danos e de forma produtiva. Para se chegar ao ponto de superfície liso e preciso do gesso, é necessário que a alvenaria passe por uma série de procedimentos, o que dá uma vantagem enorme ao uso do gesso.

De acordo com Sabbatini (1998), existem também as limitações e dificuldades do uso de gesso acartonado no Brasil, sendo algumas como: a necessidade de profissionais qualificados, a falta de cultura da população em relação às vedações internas e a deformação das estruturas de concreto. As repartições feitas de gesso seguem as deformações originais da estrutura suporte, porém não causam rupturas visíveis. A falta de cultura em relação às vedações internas em gesso ou outro material é de grande desvantagem para esse tipo de sistema de construção a seco, uma vez que a alvenaria é o sistema que vem sendo aplicado no Brasil desde a colonização, o que causa insegurança no usuário ao mudar para um sistema mais leve, devido a falta de conhecimento a suas qualidades e eficiência.

Segundo Pessanha et al (2002), o número de empresas construtoras que buscam inovações tecnológicas, aumento de produção e melhor qualidade cresceu quantitativamente, o que impõe novos desafios para os métodos considerados convencionais, sejam eles da natureza de habitação, estrutural e edificações em geral. A procura por um material com desempenho elevado, baixo custo de inserção, manutenção e rapidez de execução é alta e frequente.

Na execução de uma parede de alvenaria a geração de resíduos é alta, o que causa um grande desperdício de material devido aos cortes e rasgos feitos para que se embutam as tubulações hidráulicas e elétricas (SILVA, 2009).

Porém, no aspecto econômico há as vantagens da alvenaria estrutural, além de possibilitar o isolamento térmico, proteção ao fogo e conforto às condições climáticas, possuindo algumas restrições quando solicitado por cisalhamento, tração e flexão (OLIVEIRA, 1998).

Segundo Bauer (2012), placas de gesso acartonado não possuem aspectos que amparam os requisitos estruturais, o que torna seu uso quase que inviável para vedações externas. Normalmente é utilizada para divisórias internas sem função estrutural.

Mitidieri (2000) finaliza, alegando que as chapas de gesso também possuem suas desvantagens, como por exemplo: não podem ser retiradas sem causar danos a parede. As chapas são fixas, ou seja, para manutenções deve-se demarcar o local a ser reparado. No caso de instalações elétricas, para substituição de fios, são necessários elementos elétricos ligados através de eletrodutos, já nas instalações hidráulicas, não é possível fazer o reparo sem causar nenhum dano no trecho em questão.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A revisão bibliográfica foi efetivada através de pesquisas em arquivos eletrônicos, monografias, normas ABNT e livros. Com os dados, obteve-se informações para a realização do projeto, tendo o conhecimento dos materiais utilizados em uma construção civil, com o objetivo principal de verificar os custos e benefícios entre dois tipos de vedação vertical: Alvenaria cerâmica e *Drywall*.

O estudo foi realizado em um prédio de oito pavimentos, projetado pelo Professor/Orientador Robson de Oliveira Félix, executado em dois sistemas de vedação vertical: o primeiro com a sua estrutura carregada em alvenaria cerâmica e o segundo com a estrutura carregada com fechamento interno em *Drywall*, sendo as paredes externas, área molhadas, escadas e elevadores, ainda em alvenaria cerâmica.

Para a realização dos cálculos, foi utilizado o *software Eberick V8*, desenvolvido pela empresa brasileira *AltoQi Tecnologia em informática Ltda*, que tem por finalidade elaborar projeto estrutural, que oferece a possibilidade de lançamento, análise de comportamento, dimensionamento e detalhamento de elementos estruturais. Após o lançamento de todo o edifício, exportou-se os resultados e comparou os diferentes tipos de vedações internas, assim como suas vantagens e desvantagens, realizando o orçamento do material, mão de obra, a fim de identificar o sistema mais adequado para o edifício.

Com toda a estrutura lançada no software específico, sendo as vedações internas oscilantes entre alvenaria e *drywall* nos dois lançamentos, possibilitou a análise de quais seriam as variações estruturais em elementos como pilares, vigas, fundações e lajes, tanto em armaduras, como em volume de elementos que poderiam ser alterados decorrentes dos resultados.

Com a obtenção de todos os dados e gráficos, foi elaborado uma planilha orçamentária para cada projeto conceitual, com base nos valores da tabela SINAPI, observando qual projeto obteve maior eficiência de custos.

Para facilitar o entendimento no decorrer deste estudo, vamos adotar o termo "projeto em alvenaria" para o primeiro projeto, onde todo o fechamento vertical foi calculado com a utilização de paredes em alvenaria, e "projeto em *drywall*" para o segundo projeto calculado, com o fechamento vertical misto, sendo as paredes internas em gesso acartonado (*drywall*) e as externas, escadas e elevadores ainda em paredes de alvenaria.

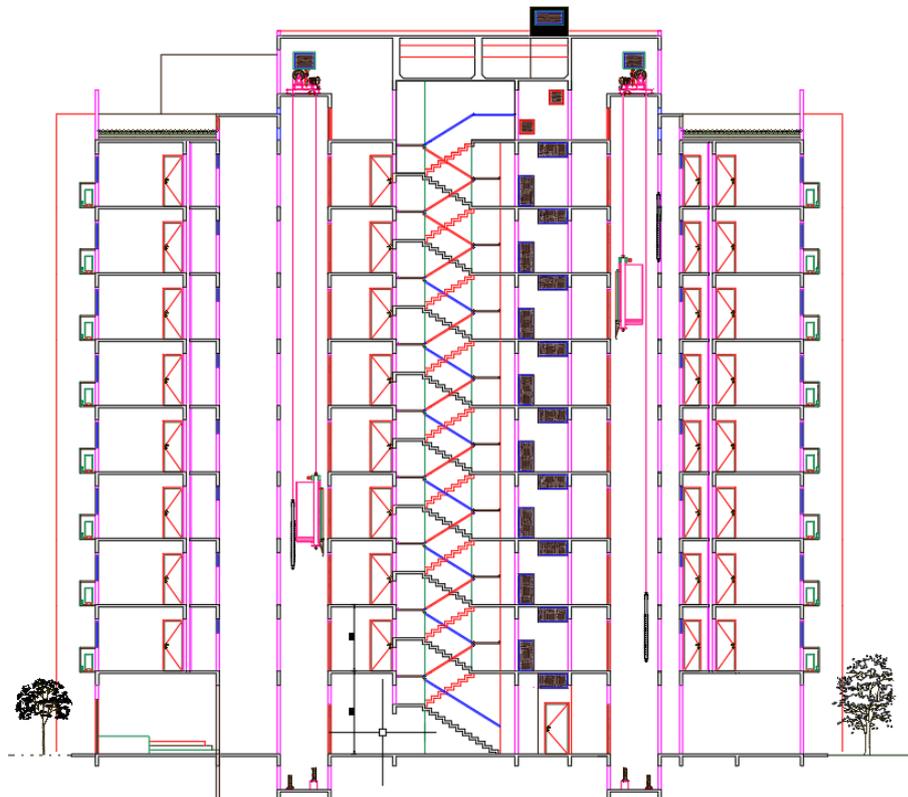
O tema em estudo abrange dois tipos de vedação muito discutidos e estudados na construção civil, cada um com suas características e peculiaridades, abrangendo pontos positivos e negativos, seja no aspecto de segurança, estrutural, financeiro, bem como ambiental.

4.1 LANÇAMENTOS

O comparativo foi realizado em um edifício de uso residencial, composto por oito pavimentos, com seis apartamentos por andar, totalizando 48 apartamentos, além de um pavimento térreo e o pavimento ático destinado a casa de máquinas, reservatório, pára-raios e antenas coletivas.

O lançamento das cargas no projeto seguiram os parâmetros estipulados por norma, sendo o primeiro projeto composto exclusivamente por vedação vertical em bloco cerâmico como citado anteriormente, quanto que o segundo projeto foi dimensionado com cargas de vedação vertical em *drywall* nos ambientes internos, e bloco cerâmico nos fechamentos externos, ambientes molhados e área comuns como escadas e elevadores, proporcionando assim uma redução nas cargas permanentes do projeto. (Figura 2).

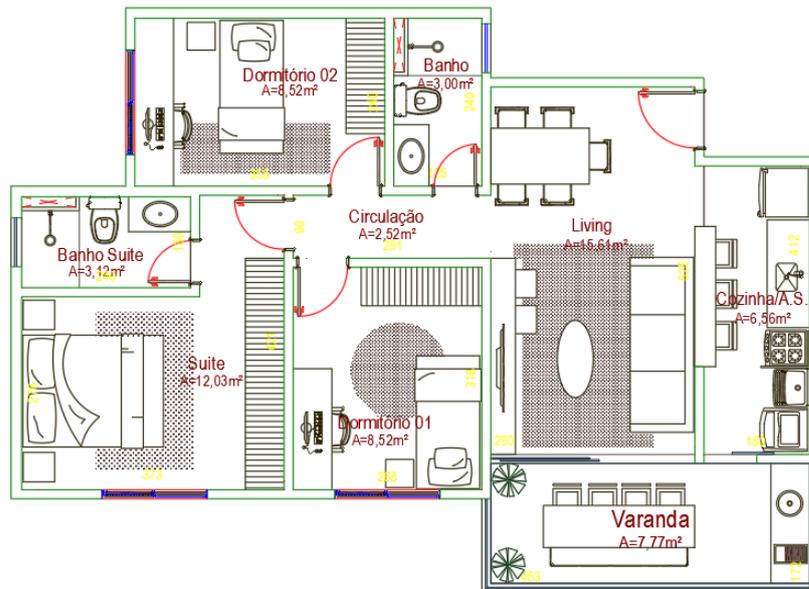
Figura 2 – Corte da Arquitetura.



Fonte: Própria autoria.

Dentre os seis apartamentos citados, quatro deles são compostos por dois quartos, uma suíte, banheiro social, cozinha, área de serviço, varanda, sala de estar e circulação, sendo dois de 75,61 m², e dois de 77,50 m², conforme figuras 3 e 4.

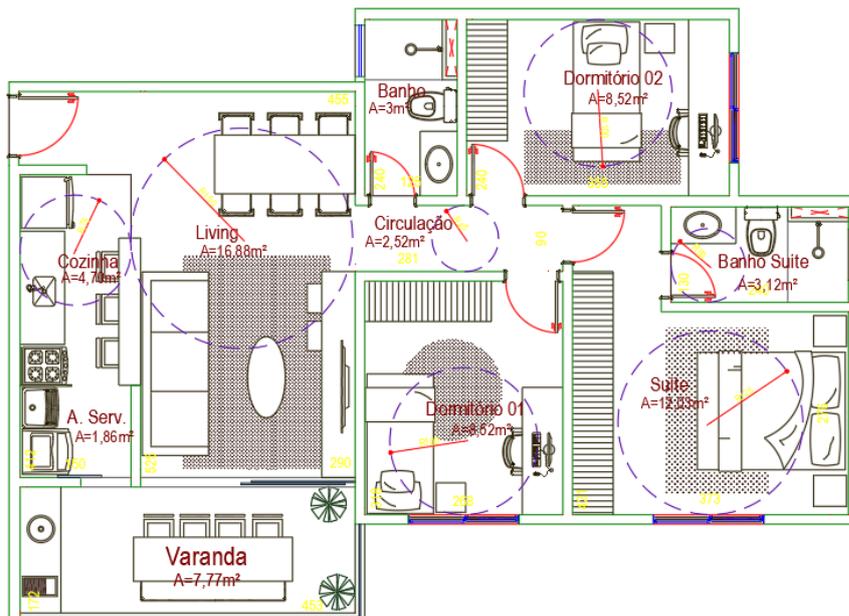
Figura 3 – Pavimento Tipo.



Planta Baixa Aptº.03 quartos - A=75,61m²
Esc. - 1:75

Fonte: Própria autoria.

Figura 4 – Pavimento Tipo.

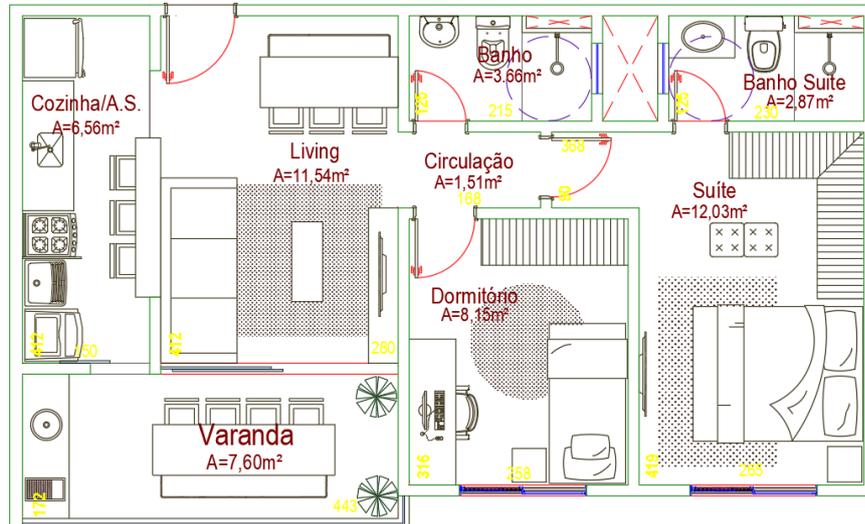


Planta Baixa Aptº.03 quartos - A=77,50m²
Esc. - 1:75

Fonte: Própria autoria.

Os outros dois apartamentos do pavimento possuem uma área de 59,67m², compostos por um quarto, uma suíte, banheiro social, sala de estar, cozinha, área de serviço, varanda e circulação, ilustrado pela Figura 5.

Figura 5 – Pavimento Tipo.



Planta Baixa Apt^o.02 quartos - A=59,67m²
(final 02 e 05) Esc. - 1:75

Fonte: Própria autoria.

Primeiramente realizou-se o estudo do projeto com a vedação em bloco cerâmico (projeto em alvenaria) e em seguida o de gesso acartonado (projeto em *drywall*). A Tabela 1 expõe as cargas utilizadas no lançamento do projeto para o dimensionamento da estrutura.

Tabela 1 – Cargas adotadas no projeto estrutural.

Descrição da Carga	Peso específico
Argamassa de cimento e areia	21,0 kN/m ³
Blocos cerâmicos Furado	13,0 kN/m ³
Ações Variáveis (Edifícios Residêncial)	1,5 kN/m ³
Divisórias de Gesso Acartonado	0,5 kN/m ³
Revestimentos de pisos de edificios residenciais	1,0 kN/m ³

Fonte: NBR 6120 (ABNT, 2017)

4.2 CONFIGURAÇÕES DO PROGRAMA

Inicialmente houve o lançamento de todos os níveis existentes no projeto, totalizando uma altura final de 31,80 m, composto por 13 lances conforme demonstrado na figura 6.

Figura 6 – Janela para lançamento dos pavimentos.

Pavimentos

	Pavimento	Altura (cm)	Nível (cm)	Lance
1	TAMPA	245.00	3180.00	13
2	CASA DE MAQUINA	195.00	2935.00	12
3	COBERTURA	280.00	2740.00	11
4	TIPO 8	280.00	2460.00	10
5	TIPO 7	280.00	2180.00	9
6	TIPO 6	280.00	1900.00	8
7	TIPO 5	280.00	1620.00	7
8	TIPO 4	280.00	1340.00	6
9	TIPO 3	280.00	1060.00	5
10	TIPO 2	280.00	780.00	4
11	TIPO 1	350.00	500.00	3
12	GARAGEM	150.00	150.00	2
13	POÇO DO ELEVADOR	100.00	0.00	1
14				

Título Nível inferior cm
Lance inicial

Botões: Inserir acima, Inserir abaixo, Excluir, Para cima, Para baixo, Fechar, Ajuda

Fonte: Própria autoria.

Posteriormente foi realizado o posicionamento de todos os elementos estruturais com o auxílio de um arquivo DWG/DXF, possibilitando o lançamento de elementos como pilares, vigas e lajes de cada pavimento, acompanhando a geometria da planta arquitetônica. Foram inseridas as cargas de paredes, revestimento, cobertura e cargas acidentais conforme estabelecido pela norma NBR 6120 (ABNT, 2017) (Figura 7).

Figura 7 – Lançamento das cargas e dos elementos estruturais do projeto no pavimento.



Fonte: Própria autoria.

A figura 8 ilustra como foram definidas as configurações para análise estrutural dentro do *software Eberick V8*, sendo definidos conforme a NBR 6118 (ABNT, 2014), para todos os parâmetros de rigidez dos elementos e redução de engastes.

Figura 8– Configuração de análise do projeto

Análise

Processo

Pórtico espacial

Pavimentos isolados

Geral

Redução no engaste para nós semi rígidos 25 %

Redução na torção para os pilares 70 %

Redução na torção para as vigas 85 %

Aumento na rigidez axial dos pilares 1 ...

Salvar automaticamente o projeto após o processamento

Não linearidade física

Rigidez das vigas 0.4 Eci.lc

Rigidez dos pilares 0.8 Eci.lc

Rigidez das lajes 0.3 Eci.lc

P-Delta

Utilizar o processo P-Delta

Número máximo de iterações 10

Precisão mínima 1 %

Combinação vertical de cálculo 1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.1A ...

Precisão numérica

Erro estimado máximo 1 %

Valor absoluto mínimo 100

Imperfeições globais

Considerar para: Direção X

Direção Y

Combinação vertical característica G1+G2+Q+A ...

Apoio elástico padrão...

Painéis de lajes...

OK Cancelar Ajuda

Fonte: Própria autoria.

A Figura 9 representa as configurações de carregamentos de vento utilizado na estrutura, levando em consideração a região de Goiás como referência.

Figura 9– Configuração de cargas do vento

Configurações de Vento

Velocidade 35 m/s Mapa...

Aplicação do Vento

Direção X

Direção Y

Ângulo 0 °

Forças...

Topografia

Encostas e cristas de morros em que ocorre aceleração do vento. Vales com efeito de afunilamento (S1 = 1.1)

Vales profundos, protegidos de todos os ventos (S1 = 0.9)

Demais casos (S1 = 1.0)

Edificação

Nível do solo 100 cm

Maior dimensão horizontal ou vertical Menor que 20 m

Rugosidade do terreno Categoria II ...

Fator Estatístico S3

Edificações cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva (hospitais, quartéis de bombeiros e de forças de segurança, centrais de comunicações, etc.): 1.10

Edificações para hotéis e residências. Edificações para comércio e indústria com alto fator de ocupação: 1.00

Edificações e instalações industriais com baixo fator de ocupação (depósitos, silos, construções rurais, etc.): 0.95

OK Cancelar Ajuda

Fonte: Própria autoria.

Foram configurados os materiais e durabilidade conforme Figura 10, sendo determinado o F_{ck} das vigas, pilares, lajes, reservatórios e blocos, além do cobrimento das peças externas e internas, aberturas mínimas das fissuras, classe de agressividade, dimensão do agregado, fluência, classes e barras a serem utilizadas sendo os mesmos aplicados de acordo com a norma NBR 6118 (ABNT, 2014).

Figura 10– Configuração de materiais e durabilidade

Elementos	Concreto	Cobrimento (peças externas)	Cobrimento (peças internas)
Vigas	C-30	3 cm	2.5 cm
Pilares	C-30	3 cm	2.5 cm
Lajes	C-30	3 cm	
Reservatórios	C-25	3 cm	
Blocos	C-30	3 cm	
Sapatas	C-20	3 cm	
Tubulões	C-20	3 cm	
Muros	C-25	3 cm	
Radier	C-25	3 cm	

Fonte: Própria autoria.

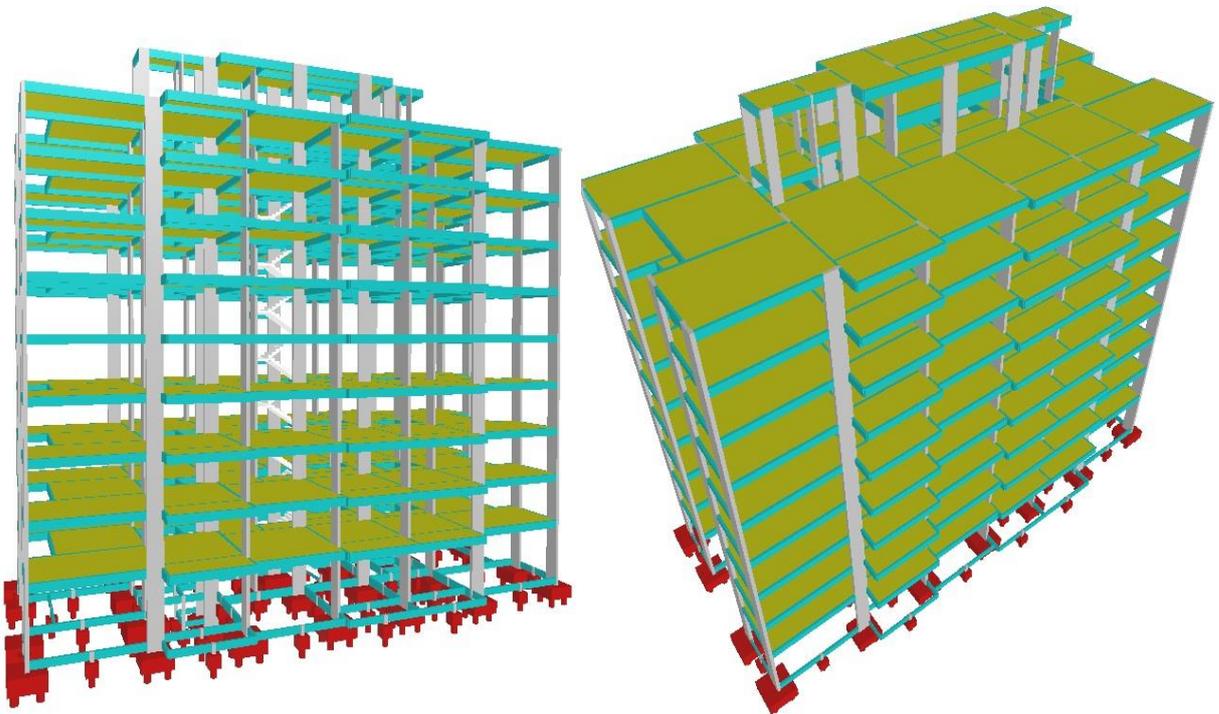
No término do lançamento de todas as cargas, o programa disponibiliza a função de processar a estrutura com o intuito de analisar a estática linear, fornecendo os deslocamentos horizontais na direção x e y, análises de primeira e segunda ordem, cargas verticais e coeficiente Gama-Z.

O programa concede também os resultados do deslocamento elástico de ambas as estruturas, exibindo a máxima e a mínima movimentação de cada elemento executado, permitindo a comparação entre os dois projetos apresentados, além claro, de todo o dimensionamento estrutural dos elementos lançados, com detalhamento preciso de armaduras e volumes de concreto.

6 RESULTADOS

Nesta etapa serão apresentados os resultados obtidos após o lançamento de toda a estrutura e processamento da mesma para os dois projetos dimensionados em *software*, com a finalidade de apresentar a redução nos elementos estruturais de modo a compará-las e analisá-las. A figura 11 ilustra o pórtico estrutural finalizado do projeto conforme disponibilizado pelo *software*.

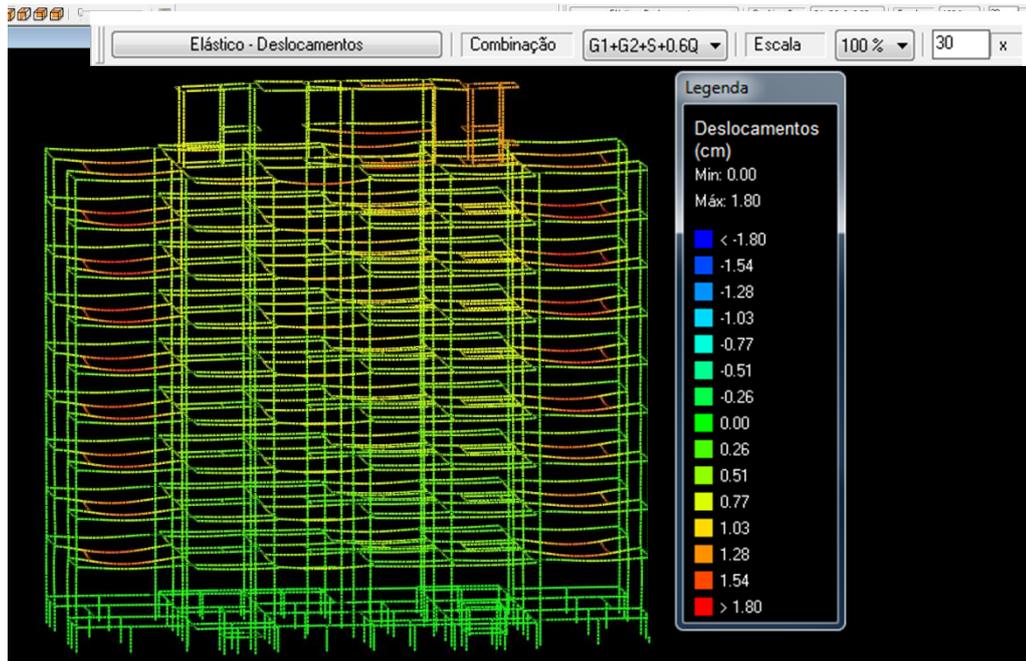
Figura 11– Pórtico 3D.



Fonte: Própria autoria.

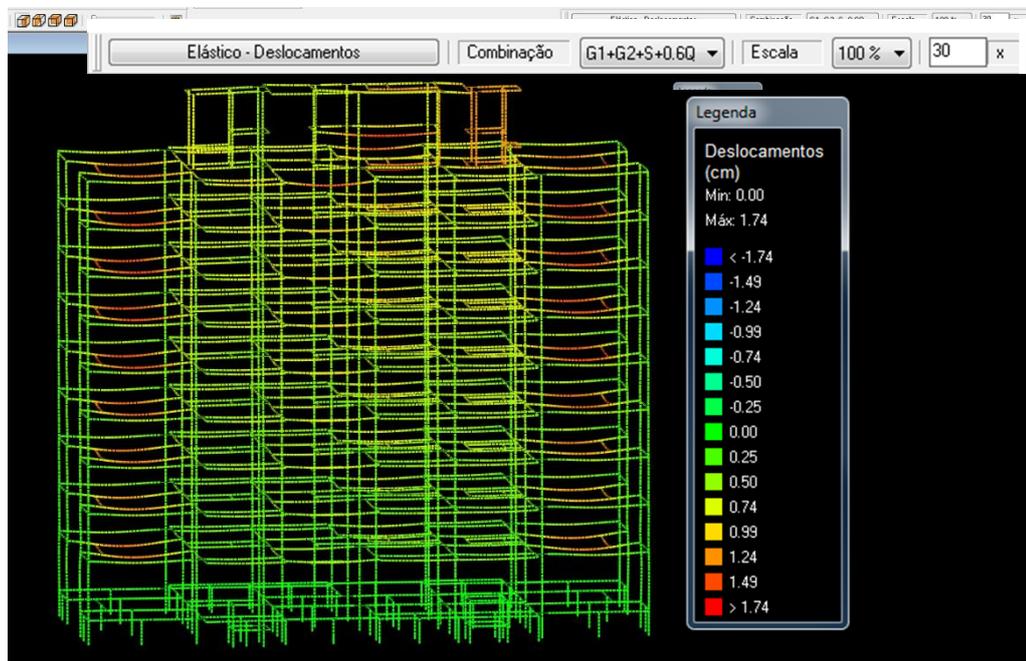
Com a obtenção dos deslocamentos elásticos foi possível analisar que a estrutura do segundo projeto (fechamentos internos em *drywall*) obteve uma redução de 3,33%, equivalente a 0,06 cm, em relação ao primeiro projeto com fechamentos exclusivamente em alvenaria, onde o deslocamento máximo nos elementos mais solicitados foi de 1,80cm, enquanto que no projeto com *drywall*, tal deslocamento foi de 1,74 cm, conforme mostrado nas figuras 12 e 13 respectivamente.

Figura 12 – Deslocamento elástico – projeto Bloco Cerâmico.



Fonte: Própria autoria.

Figura 13 – Deslocamento elástico – Gesso Acartonado.

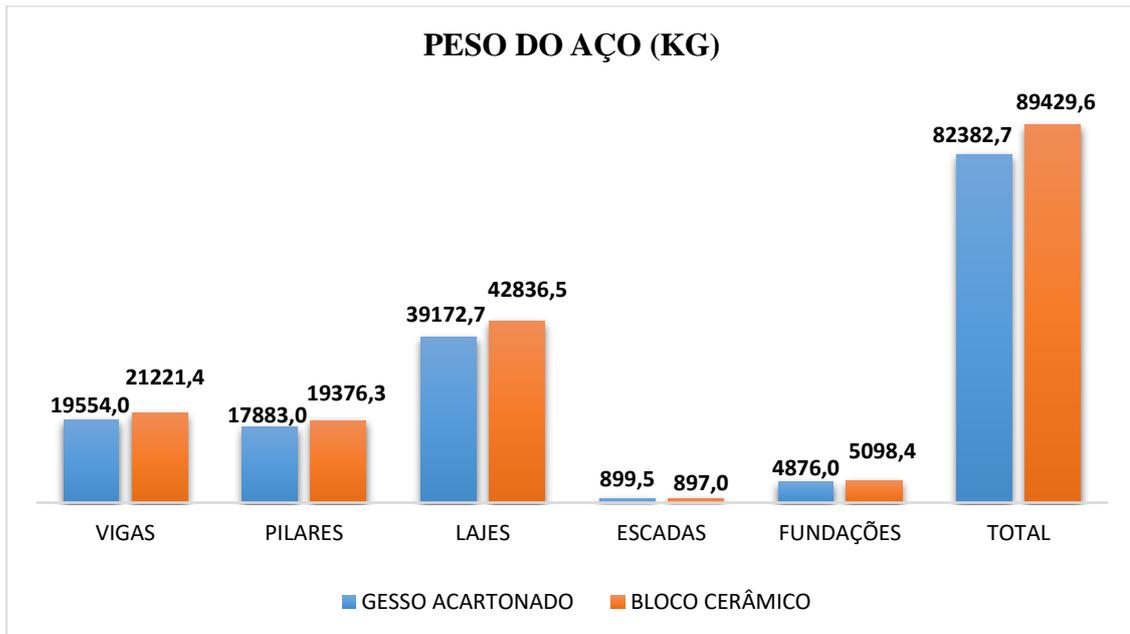


Fonte: Própria autoria.

Iniciando a análise das armaduras, levando em consideração o peso final do aço, ao reduzir os esforços cortantes quando inserido as paredes de gesso acartonado, foi verificado uma redução de 7046,9 kg de aço (CA-50 e CA-60) no dimensionamento do projeto em *drywall*,

o que equivale a 7,88% de economia nessas armaduras, podendo ser exposto que a execução do projeto em paredes de alvenaria demandou um carga de 89.429,6 kg de aço (CA-50 e CA-60), enquanto que o projeto em *drywall* obteve um quantitativo de 82.382,7 kg de aço (CA-50 e CA-60) conforme figuras 14 e 15.

Figura 14 – Comparativo entre os pesos de aço do projeto.



Fonte: Própria autoria.

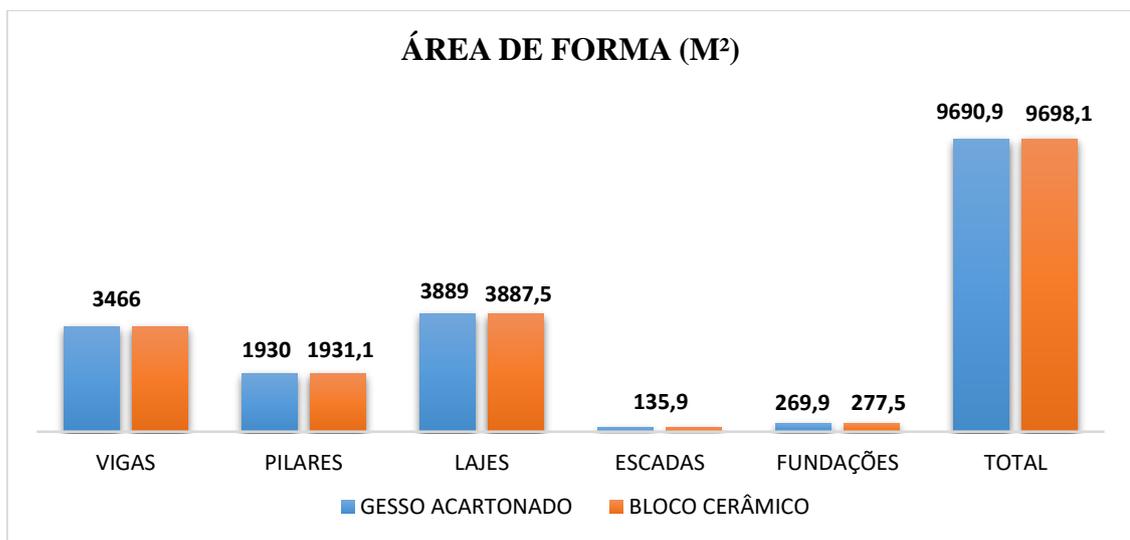
Figura 15 – Redução do peso do aço no projeto.



Fonte: Própria autoria.

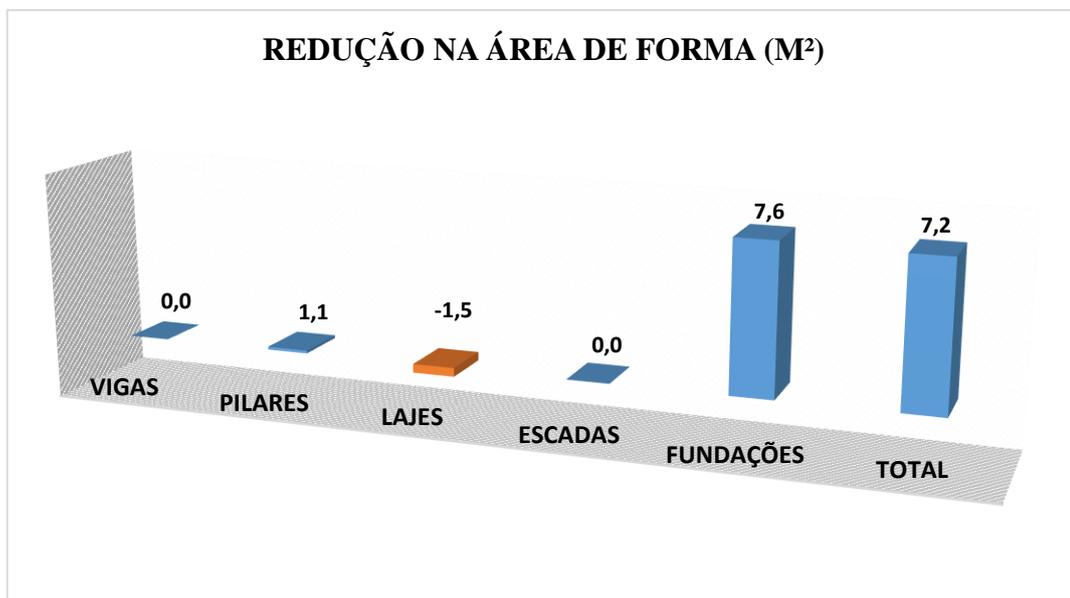
Á área de forma reduziu minimamente, pois mantivemos as mesmas dimensões geométricas dos elementos pilares e vigas, tendo uma redução nos blocos de fundação, o que ocasionou uma diminuição de 0,07% na área de forma, equivalente a 7,2 m². É possível verificar também que a área de forma para as lajes houve um aumento quando substituídas as vedações internas, isso é possível pois a espessura das paredes de *drywall* são menores que as de alvenaria, consequentemente a área de forma desses elementos haverá o aumento. As figuras 16 e 17 apresentam a quantidade de forma necessárias para cada projeto,

Figura 16 –Comparativo da área de forma no projeto.



Fonte: Própria autoria.

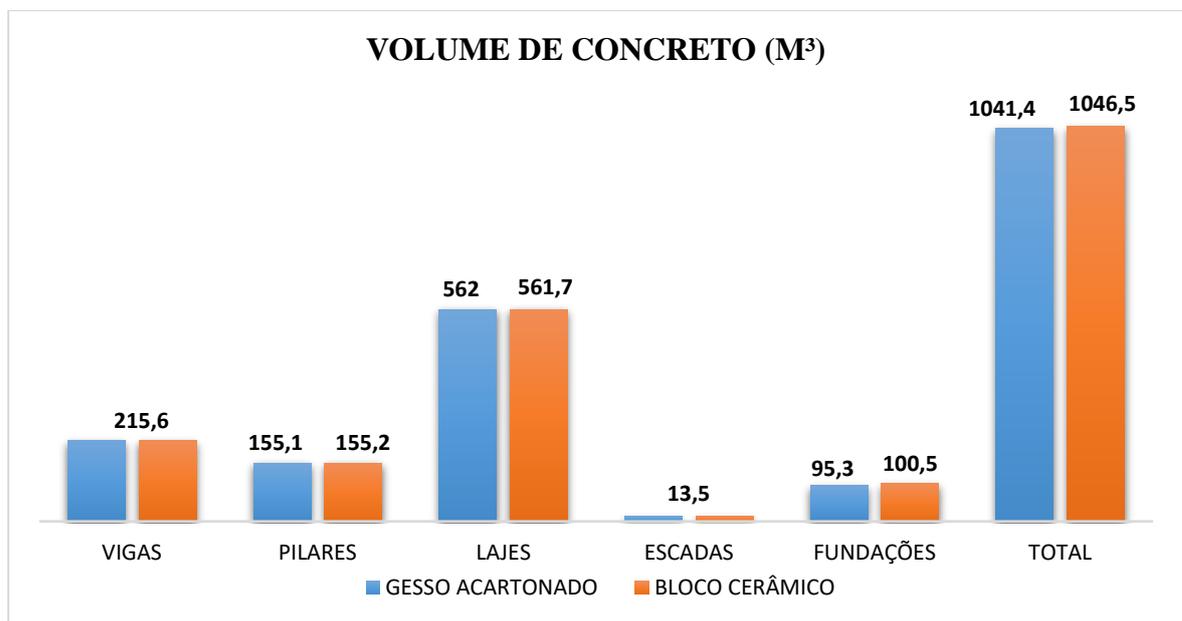
Figura 17 – Redução da área de forma no projeto.



Fonte: Própria autoria.

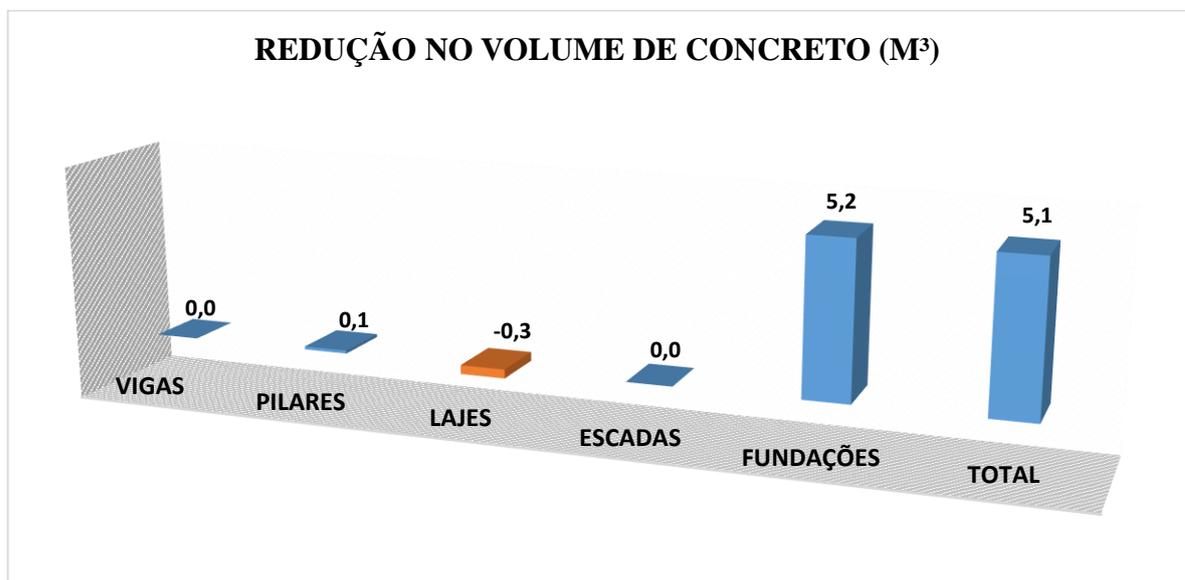
De acordo com as figuras 18 e 19, pode-se observar uma redução no volume final da utilização do concreto, uma vez que tal redução é representada basicamente pelo elemento de fundação, resultando em uma diminuição total de 0,49%, ou seja, de um volume total de concreto de 1046,5 m³, houve uma redução de apenas 5,1 m³ para a estrutura dimensionada para o segundo projeto com vedação vertical interna de gesso acartonado. Vale ressaltar novamente que as dimensões geométricas dos elementos estruturais, exceto fundação, não foram alterados, gerando volumes de concreto próximos para ambos projetos.

Figura 18 – Comparativo do volume de concreto no projeto.



Fonte: Própria autoria.

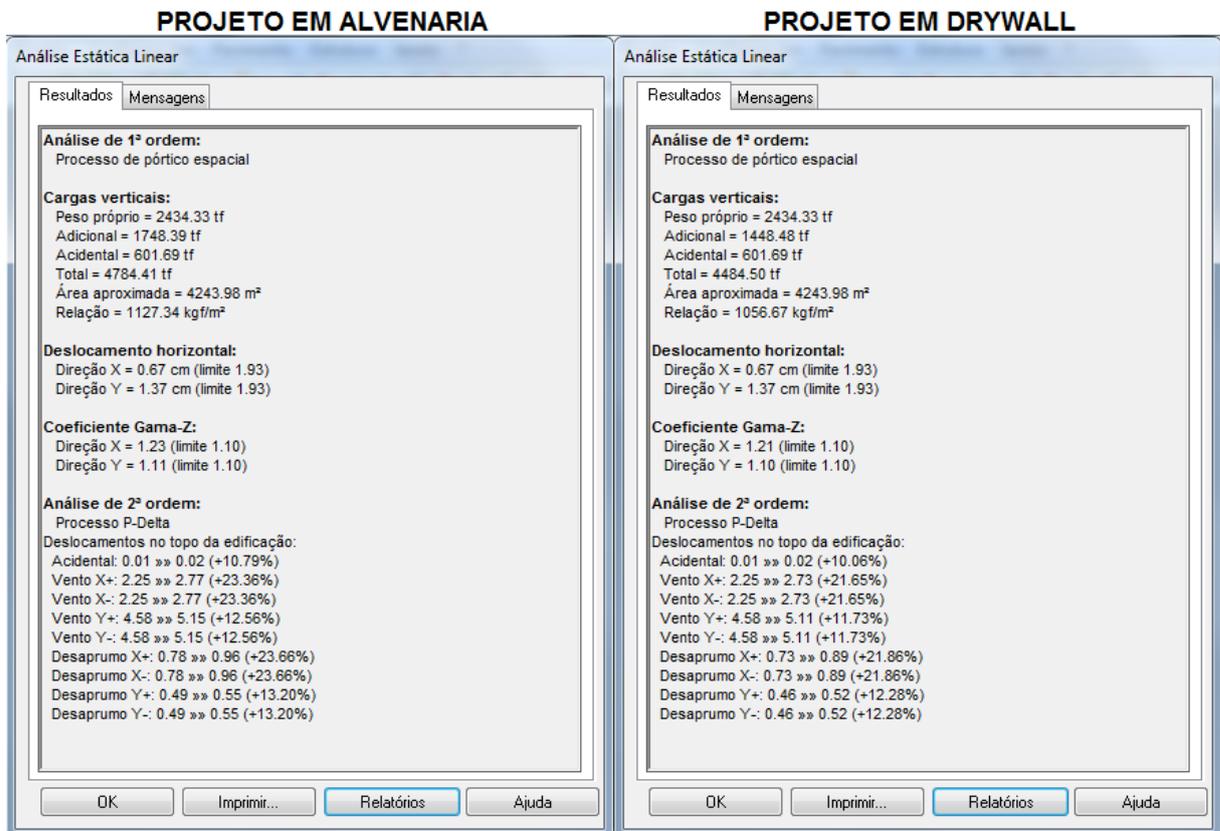
Figura 19 – Redução do volume de concreto no projeto.



Fonte: Própria autoria.

Na figura 20, é possível verificar uma redução de 6,27% da carga vertical final quando comparados as estruturas dos dois projetos, sendo o projeto em *drywall* apresentado com uma carga de 4.484,5 tf, correspondente a uma redução de 299,91 tf quando comparado a carga de 4.784,41 tf do projeto lançado inteiramente com vedação de alvenaria. É possível verificar também que o coeficiente Gama-Z, alterou tanto na direção x, quanto em y, a favor da estrutura com vedação interna de gesso acartonado.

Figura 20– Análise Estática Linear – Bloco Cerâmico e *Drywall*



Fonte: Própria autoria.

Essa redução de apenas 6,27% na carga total do projeto foi o principal motivo para a permanência das dimensões geométricas dos elementos, pois vários testes foram feitos ao longo da análise estrutural com o intuito de reduzir não somente as armaduras, mais também o volume de concreto do projeto, porém pela baixa oscilação das cargas totais, as reduções testadas em relação às dimensões geométricas proporcionavam uma permanência na quantidade de aço, e em outros casos, até mesmo um aumento dessas armaduras. Como o aço proporciona valores de custo mais significativos em comparação ao concreto, foi estabelecido a fixação do tamanho geométrico dos elementos de vigas, pilares e lajes, para a obtenção otimizada de redução de custo com foco para o peso do aço.

O projeto em sua totalidade foi executado com 5.944,16 m² de vedações em bloco cerâmico e foram substituídas do total, somente 38,2%, correspondente à 2.270,56 m² para gesso acartonado (*drywall*), o que possibilitou as alterações dos resultados já apresentados. As paredes externas, dos elevadores, escadas e áreas molhadas não foram substituídas pelo gesso acartonado. Nas Tabelas 2 e 3 seguinte, é possível verificar detalhadamente o custo de ambos os projetos, onde o projeto com alvenaria de bloco cerâmico gerou uma importância total de R\$ 1.368.971,48 e após a substituição parcial das vedações por gesso acartonado, houve um aumento de R\$ 10.863,27, tendo um montante final de R\$ 1.379.834,75.

Ao comparar ambos projetos, aquele com vedação interna em *drywall* apresentou um valor final 0,79% mais caro que o projeto com vedação exclusiva em alvenaria, isso é claro, comparando os custos apenas da execução da etapa básica do projeto, englobando fundação, estruturas e fechamentos, não levando em consideração toda a etapa de acabamentos e instalações, etapas essas que não diferem entre ambos projetos.

Tabela 2 – Orçamento Estrutural e Vedação – Projeto com Bloco Cerâmico.

Orçamento – Projeto com vedação em bloco cerâmico						
Código	Fonte	Expecificação	Und.	Total	Quant.	Valor Total
00000032	SINAPI	AÇO CA 50 – 6,3mm	kg	R\$ 5,13	6.351,7	R\$ 32.584,22
00000033	SINAPI	AÇO CA 50 – 8,0mm	kg	R\$ 5,76	21.316,7	R\$ 122.784,19
00000034	SINAPI	AÇO CA 50 – 10,0mm	kg	R\$ 4,90	10.701,7	R\$ 52.438,33
00000031	SINAPI	AÇO CA 50 – 12,5mm	kg	R\$ 4,66	16.768,0	R\$ 78.138,88
00000027	SINAPI	AÇO CA 50 – 16,0mm	kg	R\$ 4,66	17.330,9	R\$ 80.761,99
00000029	SINAPI	AÇO CA 50 – 20,0mm	kg	R\$ 4,35	1.472,8	R\$ 6.406,68
00000039	SINAPI	AÇO CA 60 – 5,0mm	kg	R\$ 4,86	15.487,7	R\$ 75.270,22
00001525	SINAPI	CONCRETO USINADO fck=30MPa	m ³	R\$ 339,31	1.046,5	R\$ 355.087,92
87504	SINAPI	ALVENARIA - BLOCO CERÂMICO 9X19X19	m ²	R\$ 55,75	5.944,16	R\$ 331.386,92
00001347	SINAPI	FORMA MAD. COMPENSADA 12mm	m ²	R\$ 24,14	9.698,1	R\$234.112,13
TOTAL						R\$ 1.368.971,48

Fonte: Própria autoria.

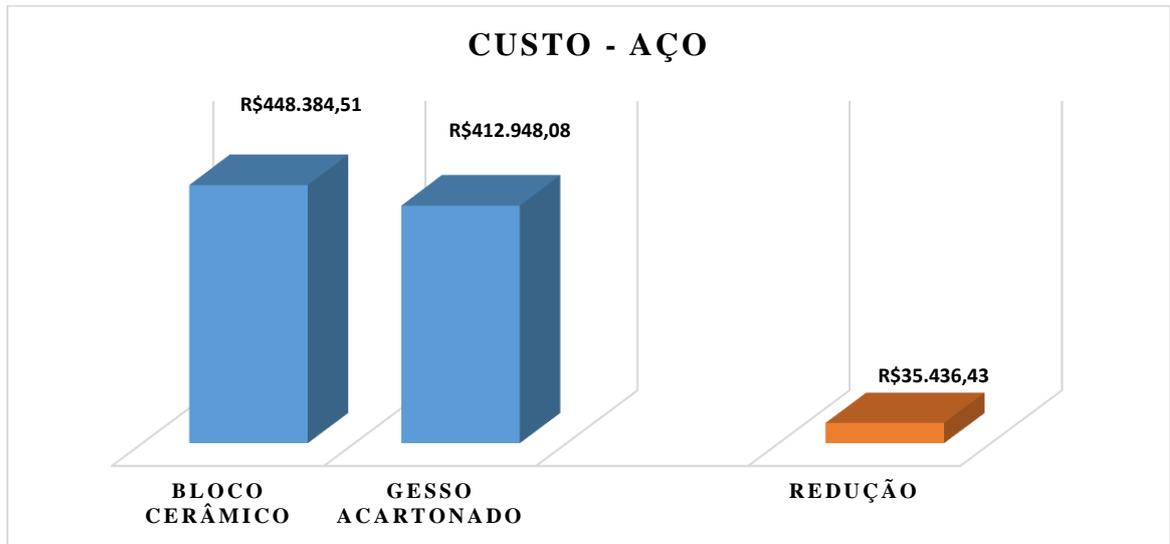
Tabela 3 – Orçamento Estrutural e Vedação – Projeto com Drywall.

Orçamento – Projeto com vedação mista com drywall						
Código	Fonte	Expecificação	Und.	Total	Quant.	Valor Total
00000032	SINAPI	AÇO CA 50 – 6,3mm	kg	R\$ 5,13	7.505,3	R\$ 38.502,19
00000033	SINAPI	AÇO CA 50 – 8,0mm	kg	R\$ 5,76	18.504,2	R\$ 106.584,19
00000034	SINAPI	AÇO CA 50 – 10,0mm	kg	R\$ 4,90	10.380,4	R\$ 50.863,96
00000031	SINAPI	AÇO CA 50 – 12,5mm	kg	R\$ 4,66	22.229,4	R\$ 103.589,00
00000027	SINAPI	AÇO CA 50 – 16,0mm	kg	R\$ 4,66	7.540,5	R\$ 35.138,73
00000029	SINAPI	AÇO CA 50 – 20,0mm	kg	R\$ 4,35	1.146,0	R\$ 4.985,10
00000039	SINAPI	AÇO CA 60 – 5,0mm	kg	R\$ 4,86	15.079,2	R\$ 73.284,91
00001525	SINAPI	CONCRETO USINADO fck=30MPa	m ³	R\$ 339,31	1.041,4	R\$ 353.357,43
87504	SINAPI	ALVENARIA - BLOCO CERÂMICO 9X19X19	m ²	R\$ 55,75	3.673,60	R\$ 204.803,20
96359	SINAPI	GESSO ACARTONADO	m ²	R\$ 76,98	2.270,56	R\$ 174.787,71
00001347	SINAPI	FORMA MAD. COMPENSADA 12mm	m ²	R\$ 24,14	9.690,9	R\$ 233.938,33
TOTAL						R\$ 1.379.834,75

Fonte: Própria autoria.

Analisando os resultados de custo apresentados, oriundos da base de cálculo de custo da tabela SINAPI (OUT, 2018), ao observar o quesito armaduras, o projeto com vedação vertical mista, ou seja, com paredes internas em *drywall*, houve uma economia de R\$35.436,43 ao ser comparado com o projeto apenas com paredes em alvenaria de bloco cerâmico. Tal redução representa 7,9% de economia, sendo o custo total de aço do projeto com alvenaria de R\$448.384,51, enquanto que o projeto com *drywall*, um custo total de R\$412.948,08, Figura (21).

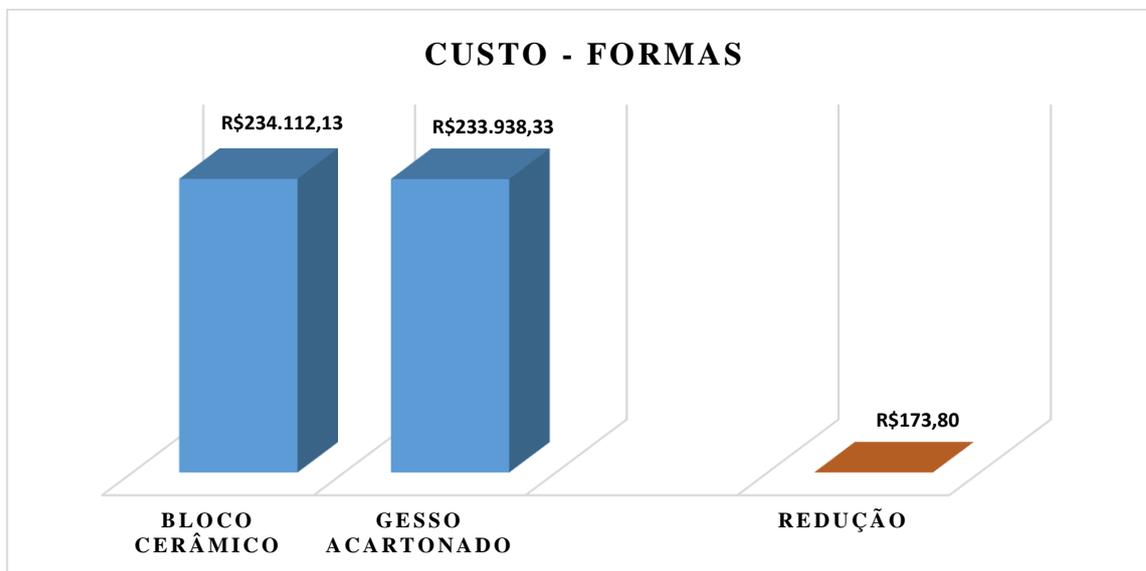
Figura 21–Comparativo entre o custo do aço de ambas estruturas.



Fonte: Própria autoria.

A redução tanto na área de forma quanto no custo da mesma teve uma alteração de R\$173,80, conforme ilustrado na figura 22. Como no quesito armadura, o projeto com vedação interna de Gesso Acartonado apresentou melhor resultado, apesar de sucinta redução.

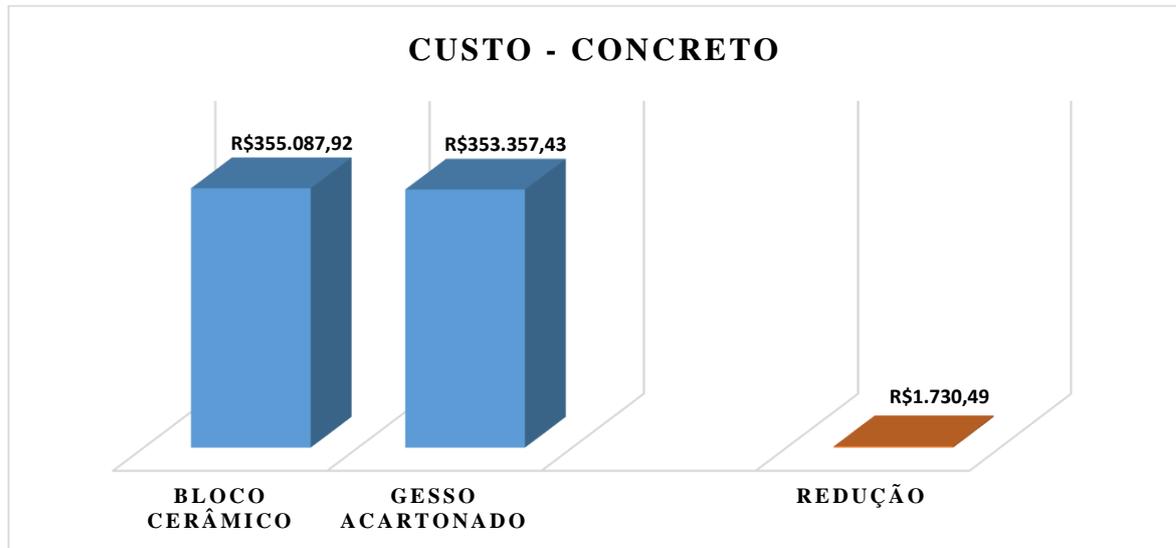
Figura 22– Comparativo entre o custo da forma de ambas estruturas.



Fonte: Própria autoria.

O custo para a execução do concreto de 30MPa de F_{ck} também foi menor no projeto com *drywall*, apresentando oscilação de R\$1.730,49 entre ambos projetos, demonstrado na figura 23.

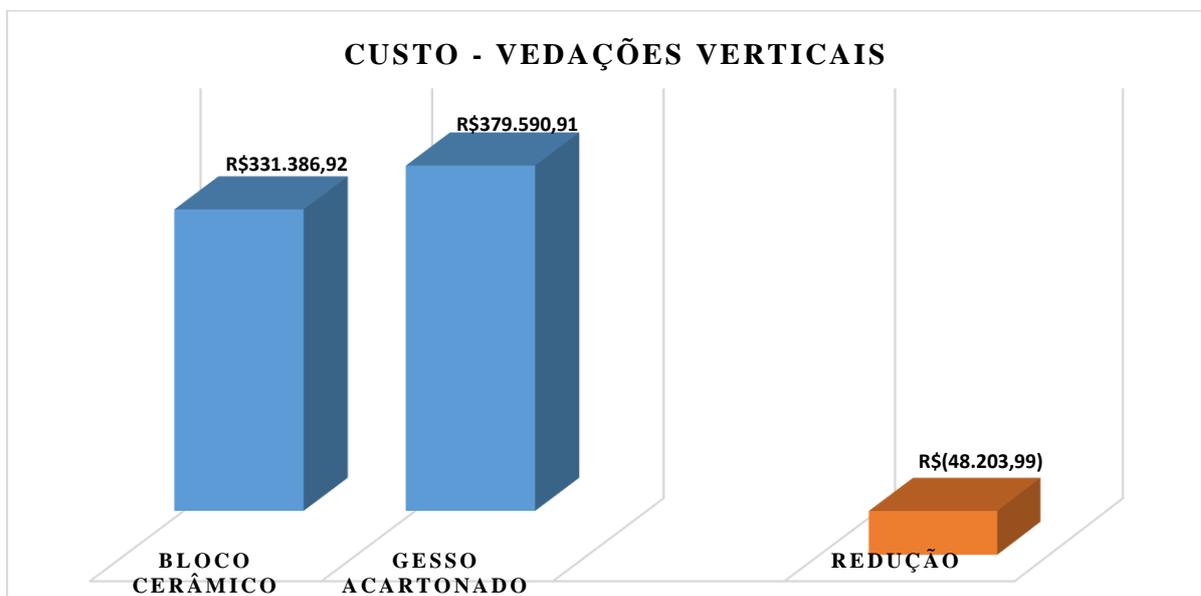
Figura 23– Comparativo entre o custo do concreto de ambas estruturas.



Fonte: Própria autoria.

Na Figura 24, é comparado os sistemas de vedação de ambos projetos, apresentando um custo de R\$331.386,92 para execução das paredes em alvenaria no primeiro projeto, lembrando é claro, que tal valor foi estipulado pela tabela SINAPI de outubro de 2018, onde inclui sua execução com emboço, e R\$379.590,91 para os custos da execução de paredes mistas entre alvenaria em ambientes externos e em comum, e gesso acartonado em paredes internas, totalizando uma diferença expressa em R\$48.203,99, correspondente a 14,55% mais caro, quando comparado ao projeto exclusivo em alvenaria de bloco cerâmico.

Figura 24– Comparativo entre as vedações verticais de ambas estruturas.



Fonte: Própria autoria.

7 CONCLUSÃO

De acordo com os números e diagnósticos obtidos no projeto em estudo, chegou-se a conclusão de que o método construtivo sendo realizado em gesso acartonado é eficaz, devido a sua rápida execução, minorando duração, canteiro de obras limpo, redução de entulhos e menores desperdícios. Por sua vez a alvenaria engrandece em um termo bastante questionado neste projeto, que é a segurança, fácil acesso a mão de obra e custo reduzido, quando comparado ao gesso acartonado.

O projeto foi desempenhado em um edifício residencial de grande porte, locais como escadas, elevadores, paredes externas e áreas molhadas, não foram substituídos as vedações verticais pelo *drywall*, por se tratar de uma inovação em implantação na área da construção civil, sendo ainda estudada para sua aplicabilidade em todos os fechamentos da estrutura, havendo poucas mudanças de paredes de bloco cerâmico para o gesso acartonado.

Com as resultâncias obtidas, ascendemos à conclusão de que o emprego do gesso acartonado em substituição ao bloco cerâmico, não é a melhor opção quando averiguado pelo fator econômico, pois houve uma acrescência de 0,79% no orçamento, ou seja, para a construção parcial de paredes de gesso acartonado, um aumento de R\$ 10.863,27. Comparando as mesmas, em um valor global da construção dos pavimentos tipos, em concordância com as operações desempenhadas a partir do Custo Unitário Básico (CUB/m²), a desproporção do *drywall* confrontada a alvenaria é a apenas de 0,2%, o que não representaria um montante tão expressivo no cômputo final da obra.

Constituindo uma análise nos deslocamentos e peso final da estrutura, constata-se que a utilização do gesso acartonado em permutação à alvenaria, é a mais favorável, pois com a obtenção das results, diminuiu 3,33% nos deslocamentos elásticos, e a carga final uma redução de 6,27%.

Após diagnóstico, reconhecemos que o gesso acartonado seria satisfatório em locais que demandassem de maiores compartimentos internos, sendo essa uma sugestão para projetos futuros, que pode ser realizado em projetos de prédios administrativos ou executivos, que tem a necessidade da criação de inúmeras salas, propiciando uma execução rápida e prática das divisórias, pois comparado ao bloco cerâmico, diminuiria bastante a carga final da fundação, o que acarretaria reduções tanto no custo e deslocamento, quanto no processo construtivo.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCETTI, K. N. **Contribuições ao Projeto Estrutural de Edifícios em Alvenaria**. São Carlos: USP, 2008.

ALVA, Gerson Moacyr Sisniegas; EL DEBS. Ana Lúcia Homce de Cresce e GIONGO. José Samuel. **Concreto armado: projeto de pilares de acordo com a NBR 6118**. São Paulo, 2008.

ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERAMICOS. Disponível em: <file:///C:/Users/laris/Downloads/113-Codigo_de_Praticas_n_01.pdf>. Acesso em 20 Mar. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14717** – Chapas de gesso acartonado: determinação das características físicas. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR 8798 - Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto** – Requisitos. Rio de Janeiro, 1985.

_____. **NBR 10636 - Paredes divisórias sem função estrutural** – Requisitos. Rio de Janeiro, 1989.

_____. **NBR 10837 - Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto** – Requisitos. Rio de Janeiro, 1989.

_____. **NBR 14715 - Chapas de gesso acartonado** – Requisitos. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR 14716 - Chapas de gesso acartonado: verificação das características geométricas**. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR 14717 – Chapas de gesso acartonado: determinação das características físicas**. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR 15217 – Perfis de aço para sistemas de gesso acartonado**. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15270 – Componentes cerâmicos- Terminologia e requisitos.** Rio de Janeiro, 2005.

_____- **NBR 6118 - projeto de estruturas de concreto – procedimento.** Rio de Janeiro, 2014.

_____- **NBR 6120 - Ações para o cálculo de estruturas de edificações.** Rio de Janeiro, 2017.

_____- **NBR 8953 - concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência.** Rio de Janeiro, 2009.

_____- **NBR 7480 - aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado.** Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL. Disponível em:
<<http://www.drywall.org.br/artigos.php/3/30/drywall-no-brasil-reflexoestecnologicas>>.

Acesso em: 18 Mar. 2018.

AZEREDO, Hélio Alves de. **O Edifício Até sua Cobertura.** São Paulo. Ed. Edgar Blucher Ltda., 1977.

BARBOZA, Marcos Robiati. **Concepção e análise de estruturas de edifícios em concreto armado.** Relatório Final de Iniciação Científica – FAPESP. São Paulo, 2008.

BARROS, M. M. S. B. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios.** 1996. 410 f. Tese (Doutorado em Engenharia)– Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Lajes de concreto.** Notas de Aula. Professor Dr. Da Universidade Estadual Paulista. Bauru/SP, 2013

BEER, Ferdinand; JOHNSTON. E. Russell Jr. - **Resistência dos Materiais.** 1995.

BERNARDI, Vinicius Batista. **Análise do Método Construtivo de Vedação Vertical Interna em Drywall em Comparação com a Alvenaria.** 2014. 41 p. - Relatório de estágio - Universidade do Planalto Catarinense, Lages (SC), 2014.

BERTO, A.F. **Resistência ao fogo.** Instituto de pesquisas tecnológicas – Tecnologia de edificações. São Paulo: PINI, 1988.

BRITO, José Luis Wey de. **Fundações do edifício.** São Paulo, EPUSP, 1987.

CÉSAR, Sandro F. **Chapas de madeira para vedação vertical de edificações produzidas industrialmente.** 2002. 302 p. Tese (Doutor em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CHAMBERLAIN. Professor Zacarias. **Exemplo de um Projeto Completo de um Edifício de Concreto Armado.** São Paulo, 2001.

CORBIOLLI. **Revista Construção. Notícia Mercado Futuro.** São Paulo. n° 2498. 10/12/1995.

EYE, L. A. V. **Alvenaria convencional x painéis drywall, um estudo de caso.** 2015. 38 f. Artigo (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2015.

FERGUSON, M.R. **Drywall: Professional techniques for walls & ceilings'**.s.L., Tauton Books & Video, 1996.

FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada.** Tese (Doutorado). São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1992.

GERE, James M.; WEAVER JR. Willian. **Análise de Estruturas Reticuladas.** W. Ed. Guanabara Dois, 1987.

HAGE , Jorge. **Divisórias de gesso.**São Paulo, EPUSP-PCC, 1995.

HARDIE, G.M. **Building Construction: principles, practices, and materials.** New York, Prentice Hall, 1995.

KATO, M.F. **Propagação superficial de chamas em materiais.** Tecnologia de edificações. São Paulo, PINI, 1988.

KNAUF. **Sistemas de construção a seco.** 1997. Disponível em <<http://www.knauf.com.br>>. Acesso em: 06 junho de 2018.

KISS, Paulo. **Pensando Leve.** 2000. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/44/artigo287191-1.aspx>> Acesso em 17 de junho de 2018.

LORDSLEEM JÚNIOR, A. C. **Execução e inspeção da alvenaria racionalizada.** 3.ed São Paulo: O Nome da Rosa, 2004. 104 p.

LOSSO, M. **Gesso acartonado e isolamento acústico: teoria versus prática no Brasil.** São Paulo: clACS, 2004. p.3-p.12.

MATTOS, Nilson Cezar. **Ações consideradas com o módulo master.** Artigo Altoqi, 2013.

_____. **Redistribuição de esforços.** Artigo Altoqi, 2013.

MITIDIERI, Cláudio. **Vedações verticais.** 2002.

NAKAMURA, J. **Elementos que compõem uma parede de drywall.** Revista Equipe de Obra. 64.ed. Out. 2013.

NASCIMENTO, Otávio Luiz. **Alvenarias.** Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2002

OLIVEIRA, F. L. **Influência da dosagem na carbonatação dos concretos.** São Paulo: USP, 1998

OLIVEIRA. Revista Técnica. **Notícia: Perfis de aço para gesso acartonado.** São Paulo, PINI, 2005.

PESSANHA, C. et al. **Inovações e o Desenvolvimento Tecnológico: Um Estudo em Pequenas e Médias Empresas Construtoras de Edificações**. IX ENTAC. Foz do Iguaçu, 2002.

ROCHA. Anderson Moreira. **Concreto armado** – Volume 1. São Paulo: NOBEL, 1986.

SABBATINI, F. H.. **Alvenaria Estrutural** – Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico. Brasília/DF, 2002. 37 p. Manual da Caixa Econômica Federal.

SABBATINI, F H. **Diretrizes para o processo de projeto para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. São Paulo, EPUSP, 1996.

SALLABERRY, Roberta Dutra. **Limite de deformação das fibras de carbono usadas no reforço à flexão de vigas de concreto armado**. Tese (Mestre em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

SCADELAI, Murilo; PINHEIRO Libânio M. **Estruturas de concreto** - capítulo 16. USP – EESC. São Paulo, 2005.

SILVA. **A utilização do drywall como método de redução de cargas e custos em estruturas de concreto armado**. 2009. Artigo (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Salvador, Salvador, 2009.

STEIN, J.S. **Construction glossary: on encyclopedia reference and manual**. 2 ed. New York wiley interscience1980 [apud TANIGITI,1999, p.13].

SOUZA, Rafael Alves; REIS, Jeselay Hemetério Cordeiro. **Interação solo-estrutura para edifícios sobre fundações rasas**. Departamento de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2008.

TANIGUTI, Eliana Kimie. **Método construtivo de vedação vertical de gesso acartonado**. São Paulo, 1999. Monografia apresentado ao curso de mestrado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

VERGUTZ, Juliano André; CUSTÓDIO, Ricardo. **Análise comparativa de resultados obtidos em softwares de dimensionamento de estruturas em concreto.** Monografia – Universidade Federal do Paraná. Paraná, 2010.