

# FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – FATECS CURSO: ENGENHARIA CIVIL

LUCAS EIRA FLEURY MATRÍCULA: 20947500

# ANÁLISE DAS VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS DE DRYWALL E ALVERNARIA DE BLOCOS CERÂMICOS COM ESTUDO DE CASO COMPARATIVO

# LUCAS EIRA FLEURY

# ANÁLISE DAS VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS DE DRYWALL E ALVERNARIA DE BLOCOS CERÂMICOS COM ESTUDO DE CASO COMPARATIVO

Trabalho de Curso (TC) apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UniCEUB - Centro Universitário de Brasília

Orientador: Jairo Furtado Nogueira

# LUCAS EIRA FLEURY

# ANÁLISE DAS VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS DE DRYWALL E ALVERNARIA DE BLOCOS CERÂMICOS COM ESTUDO DE CASO COMPARATIVO

Trabalho de Curso (TC) apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UniCEUB - Centro Universitário de Brasília

Orientador: Jairo Furtado Nogueira

Brasília, Novembro de 2014.

#### Banca Examinadora

Prof.: Jairo Furtado Nogueira Orientador

Prof.: Jorge Antônio da Cunha Oliveira Examinador Interno

Eng. Civil: Lucas George Sulino de Negreiros Examinador Externo

# SUMÁRIO

1.	IN	TROE	)UÇÃO	1
2.	Ol	BJETI	VOS	3
	2.1.	Obje	etivo Geral	3
	2.2.	Obje	etivo Específico	3
3.	RI	EVISÃ	O BIBLIOGRÁFICA	4
	3.1.		nição de construção a seco	
			ação Vertical	
			Classificações	
			unções	
			vall	
		•	História do <i>Drywall</i>	
			Processo de fabricação das placas de gesso acartonado	
	-		naria de blocos cerâmicos	
			Alvenaria	
			História do bloco cerâmico	
	3.		Processo de Fabricação	
		3.4.3.1	• •	
		3.4.3.2		
		3.4.3.3 3.4.3.4		
	3.5.		na de desempenho 15575-4	
			Requisitos da NBR	
	5		•	
		3.5.1.1 3.5.1.2	·	
		3.5.1.3	•	
		3.5.1.4	•	
		3.5.1.5	·	
		3.5.1.5	'	

4.	MAT	ERIAIS E MÉTODOS	28
5.	APR	ESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS	33
,	5.1. C	comparativo de Alvenaria de blocos cerâmicos x <i>Drywall</i>	33
	5.1.1.	Classificações dos métodos	33
	5.1.2.	Vantagens do sistema de drywall	33
	5.1.3.	Desvantagens do sistema de <i>Drywall</i>	37
	5.1.4.	Desempenho Acústico	39
,	5.1.5.	Peso na estrutura	40
!	5.1.6.	Composições e custos	41
!	5.1.7.	Custos totais	43
!	5.1.8.	Custos unitários	44
;	5.2. A	nálise dos resultados	44
	5.2.1.	Análise das vantagens do drywall	44
	5.2.1.	Análise das desvantagens do drywall	45
	5.2.1.	Análise do peso atuante na estrutura e fundação	46
;	5.2.2.	Resultados de acústica	46
;	5.2.3.	Análise dos custos totais	48
;	5.1. A	nálise dos custos unitários	50
6.	CON	CLUSÃO	51
(		ugestões para pesquisas futuras	
7.	REFI	ERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

# **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1 – Construção a Seco	4
Figura 2 – Instalações no <i>Drywall</i>	8
Figura 3 – Consumo histórico anual de chapas para drywall no Brasil (milhões o	de m²)
	12
Figura 4 – Consumo por m2 por habitante / ano	12
Figura 5 – Consumo de <i>drywall</i> por m2 por região	13
Figura 6 – Processo de fabricação do <i>DRYWALL</i>	14
Figura 7 – Alvenaria	15
Figura 8 – Processo de fabricação do bloco cerâmico	18
Figura 9 – NBR 15575	21
Figura 10 - Exemplificação do isolamento sonoro pelo sistema massa-mola-n	nassa
	26
Figura 11 - Perspectiva da vista frontal do empreendimento	29
Figura 12 - Planta baixa do apartamento de meio 194m²	29
Figura 13 - Planta baixa do apartamento de canto 215m²	30
Figura 14 – Exemplificação das divisas internas	31
Figura 15 – Exemplificação das divisas entre unidades habitacionais	31
Figura 16 – Exemplificação do tijolo cerâmico de vedação de espessura 11,5cm	າ para
divisas internas	32
Figura 17 – Exemplificação do tijolo cerâmico de vedação de 14cm para pared	les de
germinaçãogerminação	32
Figura 18 – Vantagens do <i>Drywall</i>	36
Figura 19 – Comparativo do desempenho acústico entre os tipos de ved	ações
verticais	40
Figura 20 — Comparativo de redução sonora ponderada de alvenaria com bloc	os de
11,5x19x19cm e paredes de gesso de 95/70/600mm	47
Figura 21 – Comparativo de redução sonora ponderada de alvenaria com bloc	os de
14x19x19cm e paredes de gesso de 120/70/600mm	47

Figura 22 – Gráfico de comparação dos custos ( <i>Drywall</i> )	49
Figura 23 – Gráfico de comparação dos custos (Alvenaria)	49
Figura 24 – Gráfico comparativo de custos unitários	50

# **ÍNDICE DE TABELAS**

Tabela 1 – Diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes $D_{nT,w}$	para
ensaios de campo	25
Tabela 2 – Índice de redução sonora ponderada, R <sub>w</sub> , de componentes constru	utivos
utilizados nas	25
Tabela 3 – Resultados dos ensaios de acústica em alvenaria de blocos cerâmic	os 39
Tabela 4 – Parâmetros de isolamento acústico no drywall	40
Tabela 5 – Quadro comparativo de cargas atuantes	41
Tabela 6 – Composição de custo para alvenaria de blocos de 11,5cm	42
Tabela 7 – Composição de custo para alvenaria de blocos de 14cm	42
Tabela 8 – Composição de custo para chapisco sobre alvenaria	42
Tabela 9 – Composição de custo para revestimento argamassado	42
Tabela 10 – Composição de custo para drywall 95/70/600mm	43
Tabela 11 – Composição de custo para drywall 120/70/600mm + lã de vidro	43
Tabela 12 – Custos totais de orçamento	44
Tabela 13 – Custos unitários de orçamento	44

# ÍNDICE DE ABREVIAÇÕES

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
SVVIE	Sistemas de vedações verticais internas e externas
a.C	Antes de Cristo
ANICER	Associação Nacional da Indústria Cerâmica
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Hábitat
PSQ-Drywall	Programa Setorial de Qualidade do <i>Drywall</i>
ST	Placas de gesso <i>Standard</i>
RU	Placas de gesso resistentes a umidade
RF	Placas de gesso resistentes ao fogo
SVVIE	Sistemas de vedações verticais internas e externas
TCPO	Tabelas de composiçãoo de preços para orçamentos
OSB	Oriented Strand Poord

#### **RESUMO**

Com um mercado cada vez mais competitivo, as construtoras brasileiras estão continuamente buscando soluções para aumentar a produtividade e diminuir os custos e desperdícios nas obras, a fim de repassar essa economia para o cliente no preço final do produto. Sabe-se que o mercado da construção civil no Brasil tem dificuldade na substituição de métodos executivos, principalmente quando eles influenciam diretamente no dia-a-dia do consumidor. Nesse contexto, um dos processos de grande influência na construção de obras residenciais é o de vedação vertical interna que, hoje, no mercado brasileiro, é dominado pelo processo executivo de alvenaria de blocos cerâmicos. Apesar de muitos países adotarem métodos considerados "mais industrializados" há muitos anos, como por exemplo a vedação de drywall, no Brasil esses métodos começaram a ganhar um espaço mais significativo no mercado na última década. Em 2013, entrou em vigor uma norma que estabelece desempenho mínimo para alguns itens da construção civil. A parte número 4 (quatro) da Norma Brasileira 15.575:2013, estabelece os critérios para vedações verticais com objetivo de garantir a maior durabilidade, segurança e conforto para os clientes. A implantação da norma, exigiu que as construtoras revisassem processos executivos e projetos para garantir que os critérios estabelecidos sejam atendidos. Este trabalho destaca a performance acústica do método de alvenaria de blocos cerâmicos e de paredes de gesso acartonado com relação aos critérios estabelecidos pela NBR. Em guestão de custo de material, mão de obra e tempo de produção, o drywall é o método mais econômico, mas, apesar disso, percebe-se vantagens e desvantagens em ambos os métodos, cabendo assim, ao construtor e ao cliente avaliarem as diferenças e fazerem a opção que melhor atenda ao empreendimento.

Palavras chaves: drywall, alvenaria, vedações verticais

## **ABSTRACT**

Due an increasingly competitive market, the Brazilian building companies are continually seeking solutions to increase productivity and reduce costs and waste in order to pass on these savings to the final customer. As it is known, the construction in Brazil rarely replace executives methods, especially when it directly influence the everyday life of the consumer .In this context, one of the processes of great influence in the construction of residential projects is the internal vertical walls that, today, in the Brazilian market is dominated by the executive process of masonry ceramic bricks. While many countries adopt methods considered "most industrialized" for many years, such as the sealing of drywall, in Brazil these methods began to gain a more significant market share in the last decade .In 2013, a technical standard that establishes minimum performance for some items of construction went into effect. The part number of four of the 15.575 Brazilian Standard establishes criteria for partition walls in order to ensure greater durability, comfort and safety for customers. The implementation of the standard required the construction companies revise executive processes and projects to ensure that the established criteria are met. This work shows the acoustic performance of the method of masonry ceramic bricks and plasterboard walls in relation to the criteria established by the standard. In a matter of cost of material, labor and production time, the drywall is the most economical method, but, despite this, perceives advantages and disadvantages to both methods, so up to the builder and the client evaluate differences and make the choice that best suits the project.

Key words: drywall, masonry

# 1. INTRODUÇÃO

O crescimento do mercado da construção civil na última década e o consequente aumento da concorrência, desencadearam uma série de mudanças consideradas necessárias para as construtoras permanecerem competitivas no mercado.

Segundo SINDUSCON-MG apud AMORIM (2014), o crescimento do setor da construção civil na última década, de 2003 a 2013, foi de 52,10%, o que representa um crescimento médio anual de 4,28%.

A busca foi por soluções mais baratas, que aumentassem a produtividade sem o aumento com gastos de mão de obra. Partindo dessa ideia, o mercado brasileiro começou a adotar com maior frequência processos que já eram utilizados em larga escala há décadas em países da América do Norte e da Europa.

A grande mudança ocorreu na adoção de métodos menos artesanais e mais industrializados. Assim, muitas construtoras brasileiras começaram a estudar a viabilidade na implantação dos métodos de construção a seco, nos quais não se utiliza água no processo executivo. Métodos como *light steel frame* e *drywall*, que são considerados métodos de montagem que melhoram a produtividade dos sistemas executivos, começaram a ser mais difundidos e utilizados no Brasil.

O sistema de vedação vertical é um dos principais componentes de uma construção residencial, e segundo SABBATINI (2003), pode-se classifica-los pela função estrutural, mobilidade, estruturação do sistema, forma de execução e densidade superficial.

Entre os métodos de vedações não-estruturais mais comumente utilizado nas construções residenciais no Brasil está a alvenaria de blocos cerâmicos, que

consiste basicamente em construir vedações com blocos cerâmicos unidos com a utilização de argamassa.

No entanto, as vedações verticais pela utilização de placas gesso acartonado fixadas em estruturas de aço galvanizado, método também conhecido por *drywall*, vem ganhando cada vez mais espaço no mercado brasileiro segundo a ABRAGESSO (2014).

Apesar do significativo crescimento do consumo de gesso acartonado no Brasil nos últimos anos, o país, segundo a ABRAGESSO (2014), ainda tem consumos significativamente menores do que o Chile, por exemplo.

Em 2013, a Associação Brasileira de Normas Técnicas publicou a NBR 15.575 – Edificações habitacionais – Desempenho. A norma define critérios de desempenho de componentes construtivos a fim de garantir ao consumidor maior durabilidade, segurança e eficiência da edificação.

A parte número 4 (quatro) da norma é referente aos sistemas de vedações verticais. Essa parte da norma estabelece critérios de desempenho estrutural, segurança ao fogo, segurança no uso e operação, estanqueidade, desempenho térmico, acústico, lumínico, durabilidade e manutenção, saúde, conforto antropodinâmico e adequação ambiental.

Neste trabalho, são comparados os sistemas de *Drywall* e Alvenaria de blocos cerâmicos e analisadas as vantagens e desvantagens de um método quando comparado ao outro.

É elaborado ainda um estudo de caso comparativo que analisará os custos de uma obra se executada com alvenaria de blocos cerâmicos ou *drywall*.

## 2. OBJETIVOS

# 2.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo analisar os métodos construtivos de vedações verticais de alvenaria de blocos cerâmicos e placas de gesso acartonado, a fim de compará-los e verificar as vantagens, desvantagens e os custos dos sistemas.

# 2.2. Objetivo Específico

- Comparar os métodos de vedações verticais de alvenaria e drywall, ressaltando as vantagens e desvantagens de cada método;
- Comparar o desempenho acústico em vedações de alvenaria e drywall e verificar os critérios estabelecidos pela NBR 15575;
- Comparar em um estudo de caso de uma obra residencial os custos de materiais e mão de obra de cada método.

# 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## 3.1. Definição de construção a seco

Construção a seco para métodos construtivos nos quais não se faz uso de água como insumo no processo executivo. Os métodos mais conhecidos são o *Steel Frame* e o *Drywall*. O primeiro é composto por perfis metálicos leves com função estrutural revestidas com placas cimentícias, Tiras de madeira orientadas (*Oriented Strand board* - OSB) ou placas de gesso. Enquanto o segundo, é um sistema de vedação interna, sem função estrutural, com placas de gesso acartonado fixadas em perfis de aço galvanizado pré-fabricados. (Figura 1)



Figura 1 - Construção a Seco

Fonte: http://www. lojadorevestimento.com.br

Uma das principais vantagens em relação aos métodos convencionais, é que, por utilizarem materiais pré-fabricados os métodos de construção a seco podem ser considerados sistemas de montagem, nos quais as peças são encaixadas e fixadas, e dessa forma, a execução é considerada rápida se comparada a outros métodos executivos.

Outra significativa vantagem da construção a seco é o baixo desperdício e a redução de entulho, deixando o ambiente da obra mais limpo e diminuindo os descartes de resíduos no meio-ambiente.

#### 3.2. Vedação Vertical

Desde as primeiras construções, o homem utiliza vedações verticais para proteção contra intempéries, animais e inimigos. (BERNARDI, 2014)

Com o passar do tempo os métodos de construção de vedações verticais foram aprimorados com a utilização de materiais que concedem melhor desempenho estrutural, térmico e acústico.

Em 2013, com a publicação da norma de desempenho (ABNT NBR 15575), as vedações passaram a ter um papel ainda mais relevante na construção civil, uma vez que foram estabelecidos critérios mínimos de desempenho para diversas características do sistema visando maior conforto e segurança aos usuários.

# 3.2.1. Classificações

O sistema construtivo de vedações verticais pode ser classificado em dois grupos: As vedações verticais internas e as vedações verticais externas.

A vedação vertical é classificada externa quando uma de suas faces está voltada para o meio externo do edifício, protegendo a parte interna contra a ação de intempéries e agentes indesejáveis. A vedação vertical interna é aquela que compartimenta o volume interno em mais de um ambiente. (SABBATINI, 2003; ELDER, 1997)

Podemos classificar as vedações verticais internas de acordo com as seguintes características:

Função estrutural;

- Mobilidade;
- Estruturação do sistema;
- Forma de execução;
- Densidade superficial.

Segundo SABBATINI (1988), a primeira das classificações da vedação vertical interna pode ser dividida em dois grupos: resistente e auto-portante. A resistente é a vedação que possui função estrutural, já a auto-portante é a vedação não-estrutural que é responsável apenas pela compartimentação dos ambientes.

As vedações podem, ainda, ser classificadas quanto a mobilidade em outros três grupos: Fixas, desmontáveis e móveis. As fixas são aquelas que, uma vez prontas, não podem ser realocadas devido à impossibilidade de reaproveitamento do material, como por exemplo a alvenaria. Enquanto as desmontáveis são aquelas que, se necessário, podem ser realocadas passando por um processo de desmontagem e posteriormente uma remontagem, como por exemplo as paredes de gesso acartonado. Por fim, as móveis são as vedações que podem ser transportadas sem a necessidade de desmontagem, como por exemplo os biombos. (SABBATINI, 2003).

Quanto à estruturação, SABBATINI (2003) propõe a classificação das vedações verticais em dois grupos: auto-suporte e estruturada. As vedações classificadas como auto-suporte são as que se auto-sustentam, sem a necessidade de estruturação complementar. Já as vedações estruturadas são as que necessitam de estruturação complementar para se manterem estáveis. (SABBATINI, 2003).

SABBATINI (2003) sugere, ainda, que as vedações podem ser também classificadas pela forma de execução, podendo ser por conformação ou por acoplamento a seco. A primeira, por conformação, remete as vedações que são executadas com a utilização de insumos compostos com água. Já a classificação

por acoplamento a seco engloba as vedações que possuem fixações com materiais que não utilizam água, como por exemplo pregos, rebites e parafusos. (SABBATINI, 2003).

Outra possível classificação é quanto a densidade superficial. A NBR 11685/1990 sugere que as vedações sejam classificadas em dois grupos: leves e pesadas. As leves são as vedações que possuem densidade superficial inferior a  $60 \text{kg/m}^2$ , e as pesadas são as que possuem a densidade superficial superior a  $60 \text{kg/m}^2$ .

#### 3.2.2. Funções

As vedações verticais devem ser projetadas de tal forma a compartimentar os ambientes de um edifício de maneira que esses atendam as características necessárias para o desenvolvimento das atividades para as quais foram planejados. (FRANCO 1998)

Segundo SABBATINI (2003), as vedações devem atender de forma prioritária a função de compartimentação de ambientes e de forma secundária as seguintes funções:

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

#### 3.3. Drywall

O termo "Drywall", que em português significa "parede seca", define bem o principal diferencial do método. Opostamente à tradicional vedação de alvenaria, o drywall é um sistema de vedação vertical utilizado em ambientes internos que não

faz uso de água ou compostos com água no processo executivo. É uma forma de montagem na qual chapas de gesso acartonado são fixadas em perfis leves de aço galvanizado. (PLACO, 2014)

Um aspecto importante da vedação de *Drywall* é que as instalações hidráulicas e elétricas devem ser executadas simultaneamente à instalação das placas de gesso. Dessa forma, a equipe de instalação deve estar em sincronia com a equipe de montagem de *Drywall* para que o processo funcione de forma otimizada e se evite atrasos e retrabalhos. (Figura 2)

Há três principais tipos de chapas utilizadas no mercado atualmente: ST - Standard (Chapas brancas utilizadas em ambientes secos), RU - Resistente à umidade (Chapas verdes utilizadas em ambientes internos que são considerados úmidos) e RF - Resistente ao fogo (Chapas rosas que atendem requisitos específicos de propagação de incêndio). (GYPSUM, 2012)

As placas de gesso acartonado são compostas basicamente de gesso e aditivos revestidos por papel cartão.

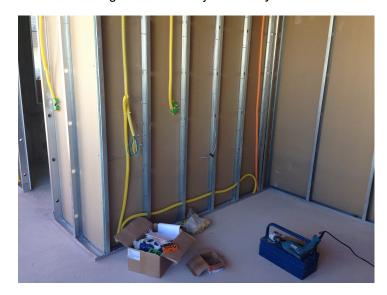


Figura 2 – Instalações no *Drywall* 

Arquivo pessoal

#### 3.3.1. História do *Drywall*

Segundo HARDIE (1995), as primeiras placas de gesso acartonado foram criadas por Augustine Sackett em 1898. Elas ficaram conhecidas como Sackett Board. Elaboradas com 4 camadas de gesso dentro de quatro folhas de papel, as placas eram moldadas uma por vez e tinham o objetivo de servir como base para acabamentos.

Naquela época, o revestimento com placas de gesso garantia maior durabilidade e resistência a fogo nas, comumente utilizadas, estruturas de madeira. (SILVA, 2007)

Segundo a empresa GYPSUM (1999), em 1917 foram criadas as placas Gypsum Board que eram encapadas com papel cartão surgindo, assim, as placas de gesso acartonado. Naquela época, durante a 1ª Guerra Mundial, as placas começaram a ser uma opção para um novo sistema de vedação interno nos Estados Unidos devido à sua resistência a fogo e rapidez de montagem. Entretanto, apenas nos anos 40 o método começou a ser utilizado em larga escala.

Segundo HARDIE (1995), o uso do sistema na Europa foi intensificado durante a 2ª Guerra Mundial, quando houve uma mobilização para reconstrução de diversos centros urbanos.

A necessidade de construir de forma rápida aumentou a demanda do uso de paredes de gesso na 2ª guerra, uma vez que o tratamento e pintura da madeira era um processo demorado. (GELLNER, 2003).

Atualmente, nos Estados Unidos cerca de 90% das vedações verticais internas são executadas com placas de gesso acartonado. (LOSSO, 2004)

No Brasil, a primeira fábrica de gesso acartonado surgiu em 1972 em Petrolina, Pernambuco. Durante a década de 70, foram construídos, em São Paulo, diversos conjuntos habitacionais utilizando este método. No entanto, as paredes de

gesso acartonado começaram a ganhar mercado apenas em meados dos anos 90. (FARIA, 2008)

A Gypsum Nordeste, a primeira fábrica brasileira, conseguiu fazer parte de uma política do governo de tornar a casa própria mais acessível com argumento de economia nos custos e maior velocidade de execução. Porém, em 1986, a fábrica parou suas atividades por seis meses quando o programa do governo de construção de conjuntos habitacionais (COHA's), o principal cliente na época, foi interrompido. (SILVA, 2007)

Ainda nos anos 80, segundo HOLANDA (2003), o sistema era aplicado quase exclusivamente em edificações comerciais e cerca de 80% do gesso acartonado produzido no brasil era utilizado em forro de gesso e apenas 20% em paredes.

Apenas nos anos 90, as vedações verticais de gesso acartonado ganharam impulso no mercado brasileiro, quando a Construtora Método Engenharia iniciou a importação de chapas e materiais vindos da América do Norte para montagem do sistema. Em 1994, foi criada a empresa Drywall e o método de vedação com chapas de gesso acartonado começou a ser visto no Brasil como inovação e potencial racionalização de custos. (HOLANDA, 2003)

Em 1995, as empresas estrangeiras Lafarge e BPB começaram a explorar o mercado brasileiro. A Lafarge, uma empresa francesa, comprou a Gypsum nordeste criando a Lafarge Gypsum. A BPB, empresa inglesa, criou a Placo do Brasil. Em 1997, outra grande empresa estrangeira, a alemã Knauf, também se instalou no Brasil. (HOLANDA, 2003)

As principais fabricantes mundiais identificaram uma potencial oportunidade no mercado brasileiro e começaram a produção em larga escala no país, resultando em queda no custo do material. Em 2000, foi criada a Associação Brasileira de *Drywall*, formada pelas três principais fábricas de gesso acartonado atuantes no

mercado brasileiro: Knauf Drywall, Lafarge Gypsum e Placo do Brasil. O intuito inicial era divulgar o método de construção a seco. Em 2001, surgiu o primeiro grupo de normas técnicas brasileiras de paredes de gesso acartonado, composto pela NBR 14.715 (Requisitos), NBR 14.716 (Verificação das Características Geométricas) e NBR 14.717 (Determinação das Características Físicas). (FARIA, 2008; ABRAGESSO, 2014)

Em 2007, a Associação Brasileira de *Drywall* fundou o Programa Setorial de Qualidade do *Drywall* (PSQ-Drywall), com objetivo de se tornar o principal meio de verificação da qualidade dos componentes e acessórios utilizados no sistema de *drywall* e, com isso, oferecer garantia aos seus consumidores. O PSQ-Drywall é vinculado ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Hábitat (PBQP-H). (PSQ-DRYWALL, 2014)

Nos últimos três anos, o consumo de chapas de *drywall* aumentou em média 15% ao ano, número bem acima do crescimento registrado pela construção civil. "É impossível construir em escala industrial, como se requer hoje utilizando métodos artesanais ou semiartesanais. Há alguns anos, um edifício demorava de quatro a cinco anos para ficar pronto. Hoje precisa ser executado em 18 meses", afirma Luiz Antonio Martins Filho, gerente-executivo da Associação Drywall. (CICHINELLI, 2014)

O consumo histórico anual de chapas para *drywall* no Brasil, elaborado pela Associação Brasileira de Fabricantes de Blocos e Chapas de Gesso (ABRAGESSO, 2014), revela que o mercado brasileiro de *drywall* está em constante crescimento desde o ano de 1995. (Figura 3)

Apesar do significativo aumento do consumo de chapas de gesso acartonado no Brasil nos últimos anos, a Figura 4 retrata como no mercado brasileiro a utilização desse método ainda é pequena quando comparada com outros mercados. O Chile, por exemplo, tem o consumo por habitante aproximadamente

cinco vezes maior que o Brasil e os Estados Unidos consomem cerca de quarenta vezes mais. (ABRAGESSO, 2014)

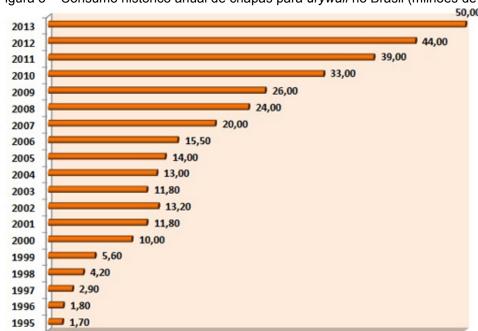


Figura 3 – Consumo histórico anual de chapas para drywall no Brasil (milhões de m²)

Fonte: ABRAGESSO (2014)

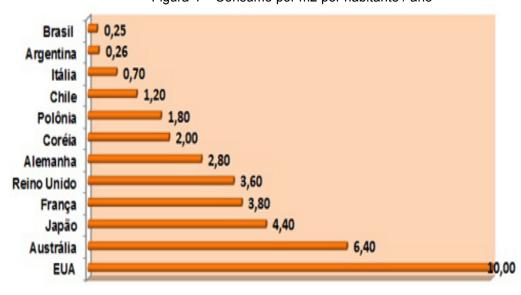


Figura 4 – Consumo por m2 por habitante / ano

Fonte: ABRAGESSO (2014)

Dentro do mercado brasileiro há também uma diferenciação no consumo por região. Pode-se observar que o Estado de São Paulo é o principal consumidor de chapas de gesso no Brasil (ABRAGESSO, 2014). Isto se deve, principalmente, ao alto índice de utilização de *drywall* em edifícios comerciais, e à necessidade de profissionais capacitados para execução da vedação de gesso acartonado. (Figura 5)

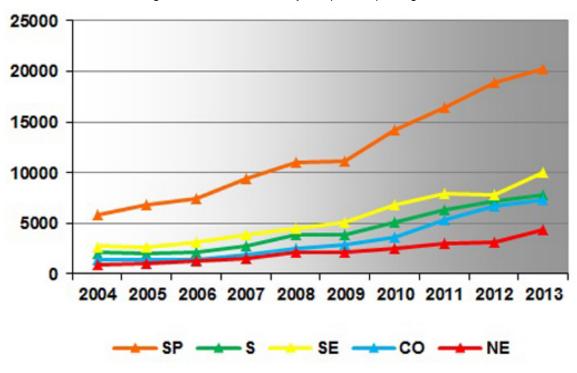


Figura 5 – Consumo de drywall por m2 por região

Fonte: ABRAGESSO (2014)

Segundo a empresa PLACO (2014), hoje, a utilização de *drywall* cresce de três a quatro vezes mais do que outros métodos construtivos de vedações no Brasil. E apesar das dificuldades no mercado e do crescimento negativo na construção civil no ano de 2014, o *drywall* deverá crescer cerca de 4%.

## 3.3.2. Processo de fabricação das placas de gesso acartonado

O processo de fabricação de placas de gesso acartonado, em geral, consiste em encapar o gesso com papel cartão e passar o gesso envelopado por aquecimento e resfriamento. (FIGUEIREDO et al; 2008) (Figura 6)

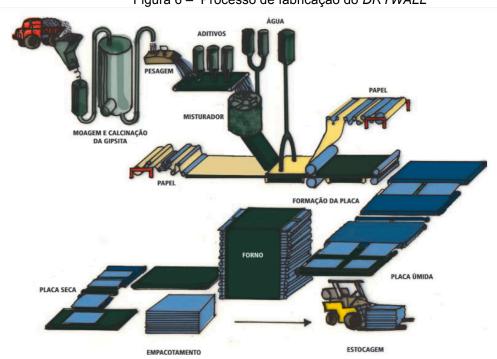


Figura 6 - Processo de fabricação do DRYWALL

Fonte: www.construfacilrj.com (2014)

A fabricação das placas tem origem com a extração da gipsita da mina, que é diretamente encaminhada para fábrica onde passa pelo processo de peneiramento. A gipsita, então, passa pela secagem em forno para obtenção do gesso que é, em seguida, moído e pesado. (FIGUEIREDO et al; 2008)

Após a pesagem, são adicionados aditivos que variam conforme o tipo de placa a ser produzida. São utilizados como aditivos amido, fibra de vidro e vermiculita. O composto, então, é direcionado para o misturador, no qual é adicionado água, formando uma pasta. (FIGUEIREDO et al; 2008)

Esta pasta, então, é colocada sobre uma folha de papel e vibrada para explusão das bolhas de ar. Outra folha é colocada por cima formando um sanduíche. Aguarda-se o endurecimento das placas, que são cortadas e levadas ainda úmidas para o forno. (FIGUEIREDO et al; 2008)

As placas passam, finalmente, por um circuito de ar frio para evitar a perda das propriedades e são empacotadas e estocadas. (FIGUEIREDO et al; 2008)

#### 3.4. Alvenaria de blocos cerâmicos

#### 3.4.1. Alvenaria

Segundo SABBATINI apud LIMA (2012), alvenaria é um conjunto rígido e coeso formado pela união de blocos ou tijolos com a utilização de argamassa. Normalmente é revestida por argamassa ou gesso antes de receber o acabamento final. (Figura 7)



Figura 7 – Alvenaria

Fonte: http://www.oxconstrutora.com.br (2014)

Pode-se separar as alvenarias em dois grupos: resistentes ou autoportantes. As primeiras são as alvenarias chamadas de estruturais. Elas são projetadas para absorver cargas de vigas e lajes e não podem ser derrubadas sem prejuízo à estrutura do edifício. As auto-portantes são as alvenarias que possuem função de vedação e compartimentação e podem ser demolidas para alteração de layout sem qualquer alteração estrutural.

Segundo SABBATINI (2003), os tipos de vedação em alvenaria são de:

- · bloco de concreto;
- · bloco cerâmico;
- bloco silico-calcário;
- · bloco de concreto celular;
- · bloco de solo cimento;
- · pedra.

#### 3.4.2. História do bloco cerâmico

A indústria cerâmica surgiu no período neolítico (entre 12000 e 4000 a.C.), sendo uma das mais antigas do mundo. Naquela época, a necessidade de armazenar alimentos levou o homem a fabricar compostos de barro e posteriormente cerâmicas cozidas. (KAZMIERCZAK, 2010)

A cerâmica vidrada teve surgimento no Egito por volta de 3000 a.C. Nessa época foram produzidos colares, estatuetas e amuletos com o material. No século XVIII, na Europa Central, já era fabricada cerâmica branca. Durante muitos anos, objetos cerâmicos foram considerados requintes de luxo. (KAZMIERCZAK, 2010)

Nas ultimas décadas, o desenvolvimento de novas tecnologias levou a indústria ao aperfeiçoamento dos materiais cerâmicos e ao desenvolvimento de

cerâmicas de alta tecnologia, que são capazes de suportar temperaturas extremas e possuem alta resistência, e são utilizadas na indústria aeroespacial, eletrônica e nuclear. (KAZMIERCZAK, 2010)

KAZMIERCZAK (2010) informa que, segundo a Associação Nacional da Indústria Cerâmica - ANICER, 4,8% da indústria da construção civil é referente à indústria da cerâmica vermelha, com aproximadamente 7.400 empresas e consumo de 10.300.000 toneladas de argila por mês.

## 3.4.3. Processo de Fabricação

Segundo KAZMIERCZAK (2010), o processo de fabricação da cerâmica pode ser divido nas seguintes etapas:

- Preparação da massa
- Moldagem
- Secagem
- Queima
- Resfriamento

Segundo GEROLLA (2012), após as 5 (cinco) etapas de produção do bloco cerâmico, são realizados testes por amostragem e os lotes são estocados. (Figura 8)

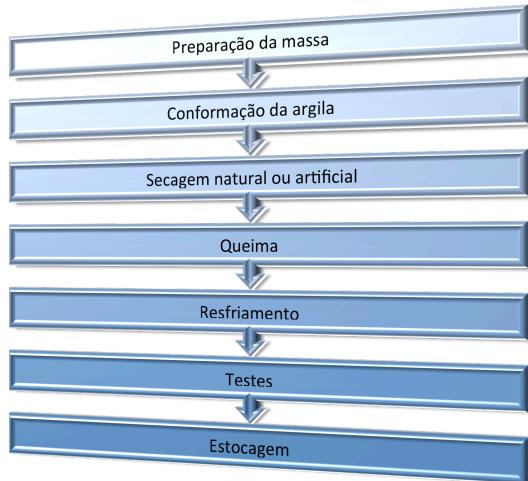


Figura 8 – Processo de fabricação do bloco cerâmico

## 3.4.3.1. Preparação da massa

A preparação da massa é realizada para atingir a dimensão ideal dos grãos, aumentar a reatividade e reduzir teores de impurezas na argila. O processo de preparação da massa consiste na realização de uma ou mais das operações de sazonamento, mistura e laminação. (KAZMIERCZAK, 2010)

O sazonamento é o processo de expor a argila à intempérie por tempo variável de um mês a um ano, com a finalidade de alterar algumas características do

material, tais como a desagregação dos torrões, o aumento da reatividade e a lixiviação de sais solúveis. (KAZMIERCZAK, 2010)

A mistura é um procedimento de junção de dois ou mais tipos de argilas com objetivo de correção das características da argila proveniente da jazida principal para atingir as propriedades requeridas na função final do material cerâmico. (KAZMIERCZAK, 2010)

A laminação consiste em triturar o insumo, passando-o entre dois cilindros com objetivo de diminuir os maiores grãos da argila a um tamanho ideal para moldagem. O teor de água para a perfeita moldagem do material é ajustado nesta etapa. (KAZMIERCZAK, 2010)

#### 3.4.3.2. **Moldagem**

Para a fabricação de tijolos e blocos cerâmicos utiliza-se o processo de extrusão na realização da moldagem. (KAZMIERCZAK, 2010)

No processo de extrusão a massa deve estar com umidade entre 20% e 30%. O equipamento para realização do processo é a maromba a vácuo. A maromba retira o excesso de ar e molda a massa, formando um longo bloco contínuo que, posteriormente, é cortado para as dimensões previstas. (KAZMIERCZAK, 2010)

#### 3.4.3.3. **Secagem**

O processo de secagem do material cerâmico deve ser lento para evitar o surgimento de fissuras ou deformações. Os fatores que influenciam na secagem do componente cerâmico são: temperatura, umidade, direção de incidência do ar, forma do componente, granulometria e composição mineralógica da argila. (KAZMIERCZAK, 2010)

Há dois tipos de secagem: a secagem natural e a secagem artificial. Na secagem natural, o material cerâmico é estocado em local protegido de chuva e

exposto ao ar. Normalmente, varia de 10 a 30 dias o tempo necessário para o componente atingir o teor de umidade especificado para fabricação, em geral menor que 1%. A secagem artificial consiste em depositar o material em estufas. O processo de secagem pode ser contínuo ou intermitente, e a duração, normalmente, é inferior a 3 dias. (KAZMIERCZAK, 2010)

#### 3.4.3.4. Queima

Segundo KAZMIERCZAK (2010), o processo de aquecimento da argila altera suas propriedades e é irreversível. No início do aquecimento, até 150°C, a água livre é evaporada. Até atingir cerca de 600°C o material sofre perda da água previamente absorvida. Após essa temperatura, ocorrem os processos de desidratação química, decomposição de matéria orgânica e oxidação. De 800°C a 1100°C ocorre a vitrificação da argila.

O processo da queima dependerá das propriedades que são desejadas no produto final, como resistência mecânica, absorção de água e contração linear. Os fatores que vão determinar essas propriedades são: velocidade no aquecimento, temperatura máxima, tempo de manutenção da temperatura máxima, velocidade de resfriamento e uniformidade da temperatura do forno. Para fabricação de blocos cerâmicos a temperatura máxima varia de 800°C a 1100°C. (KAZMIERCZAK, 2010)

Segundo KAZMIERCZAK (2010), a cor do material cerâmico varia a medida que o composto é aquecido, variando de roseado até marrom, podendo chegar a preto. O principal elemento responsável por essa mudança de cor é o óxido de ferro, e, muitas vezes por exigência do mercado, o fabricante precisa selecionar compostos que atendam as propriedades e a cor que agradem aos consumidores.

Após a queima, o resfriamento deve ser lento, podendo variar de 8 a 24 horas. (KAZMIERCZAK, 2010)

Os lotes de blocos são levados para testes de dimensão e resistência e, então, são plastificados, paletizados e estocados. (GEROLLA, 2012)

## 3.5. Norma de desempenho 15575-4

A ABNT NBR 15575-4, publicada em 2013, conhecida como norma de desempenho, foi criada para estabelecer critérios mínimos que devem ser atendidos por construtoras, a fim garantir aos clientes segurança, conforto em uso e produtos de qualidade. (Figura 9)



Figura 9 - NBR 15575

Fonte: http://www.caubr.gov.br (2014)

A norma determina três níveis de classificação para o desempenho de elementos de um edifício: mínimo, intermediário e superior. Dividida em seis partes, a norma de desempenho abrange os seguintes itens: requisitos gerais, estrutura, pisos, vedações verticais, cobertura e sistemas hidráulicos.

Os sistemas de *drywall* e alvenaria devem ser analisados na parte número quatro da norma, referente aos requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas.

Essa norma se aplica apenas às obras iniciadas após a data da entrada em vigor da NBR. Para as vedações verticais internas e externas, são estabelecidos requisitos relativos ao desempenho estrutural, segurança contra incêndio, segurança no uso e operação, estanqueidade, desempenho térmico, acústico, desempenho lumínico, durabilidade e manutenção, saúde, conforto antropodinâmico e adequação ambiental. Dessa forma, os elementos a serem analisados devem ser ensaiados conforme os critérios da norma.

Segundo a PLACO (2014), edificações com alvenaria tem encontrado diversas dificuldades para atingir os critérios determinados na norma. Como consequência, haverá um provável crescimento do mercado da construção a seco que, segundo a empresa, é o método construtivo de vedação que melhor atende os requisitos da NBR 15575/13.

## 3.5.1. Requisitos da NBR

#### 3.5.1.1. Desempenho estrutural

Os primeiros requisitos da norma referem-se ao desempenho estrutural das vedações verticais. Os requisitos aplicáveis às vedações auto-portantes internas são:

- Deslocamentos, fissuras e ocorrência de falhas nos sistemas de vedações verticais intern:as e externas:
  - Critério: Limitação de deslocamentos, fissuras e descolamentos.
- Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações internas e externas;

- Critério: Capacidade de suporte para peças suspensas.
- Impacto de corpo mole nos sistemas de vedações verticais internas e externas, com ou sem função estrutural;
  - o Critério: Resistência a impactos de corpo mole;
- Ações transmitidas por portas;
  - o Critério: Ações transmitidas por portas internas ou externas.
- Impacto de corpo duro incidente nos SVVIE, com ou sem função estrutural.
  - o Critério: Resistência a impactos de corpo duro.

# 3.5.1.2. Estanqueidade

Em referencia às condições de estanqueidade das vedações verticais, a norma cita os seguintes requisitos:

- Infiltração de água nos sistemas de vedações verticais externas (fachadas);
  - Critério: Estanqueidade à água da chuva considerando-se a ação dos ventos, em sistemas de vedações verticais externas (fachadas)
- Umidade nas vedações verticais externas e internas decorrentes da ocupação do imóvel.
  - 1º Critério: Estanqueidade de vedações verticais internas e externas com incidência direta de água – Áreas molhadas;
  - 2º Critério: Estanqueidade de vedações verticais internas e externas com contato com áreas molháveis.

## 3.5.1.3. Resistência a fogo

O item número 8 da NBR 15575-4 refere-se à segurança contra incêndio das vedações verticais.

Os objetivos dessa parte da norma são garantir os seguintes requisitos:

- Dificultar a ocorrência de inflamação generalizada;
- Dificultar a propagação do incêndio;
- Dificultar a propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação.

# 3.5.1.4. Desempenho térmico

Quanto ao desempenho térmico, a norma estabelece os seguintes requisitos:

- Adequação de paredes externas;
  - 1º Critério: Transmitância térmica de paredes externas
  - o 2º Critério: Capacidade térmica de paredes externas
- Aberturas para ventilação.

#### 3.5.1.5. Desempenho acústico

O desempenho acústico, citado no item número 12 da NBR, deve ser avaliado para vedações internas segundo o requisito citado abaixo:

- Níveis de ruídos permitidos na habitação.
  - o 1º Critério: Diferença padronizada de nível ponderada, promovida pela vedação entre ambientes, verificada em ensaio de campo (Tabela 1)

 2º Critério: Índice de redução sonora ponderada, Rw, de componentes construtivos utilizados nas vedações entre ambientes, verificado em ensaios de laboratório. (Tabela 2)

Tabela 1 – Diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes D<sub>nT,w</sub> para ensaios de campo

	Elemento	D <sub>nT,w</sub> [dB]	Nível de desempenho
	Parada da calca a carinhas entre uma unidada habitasianal a frasa camuna	30 a 34	M - recomendável
	Parede de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores, halls e escadaria nos pavimentos-tipo.	35 a 39	I
		≥ 40	S
	Decede de descritéries entre como conidade habitacional a considera habitaci	40 a 44	M
	Parede de dormitórios entre uma unidade habitacional e corredores, halls e escadaria nos pavimentos-tipo.	45 a 49	T
		≥ 50	S
	Parede entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de	45 a 49	M
	pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários	50 a 54	I
	coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	≥ 55	S
		40 a 44	M
	Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação).	45 a 49	T I
		≥ 50	S

Legenda: (I)=Intermediário, (S)=Superior, (M)=Mínimo

Fonte: ABNT NBR 15575-4 apud GYPSUM (2012)

Tabela 2 – Índice de redução sonora ponderada,  $R_w$ , de componentes construtivos utilizados nas vedações entre ambientes (ensaios de laboratório)

	Elemento da edificação	Índice de redução sonora ponderado R <sub>w</sub> dB	Nível de desempenho
	Parede de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas	35 a 39	M - recomendável
	de corredores, halls e escadaria nos pavimentos-tipo.	40 a 44	I
		≥ 45	S
	Parede de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas	45 a 49	М
	comuns de trânsito eventual, como corredores, halls e escadaria	50 a 54	T.
	nos pavimentos-tipo.	≥ 55	S
	Parede entre uma unidade habitacional e áreas comuns de	50 a 54	М
	permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos,	55 a 59	I
	banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	≥ 60	S
	Dd	45 a 49	М
	Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação).	50 a 54	I
		≥ 55	S

Legenda: (I)=Intermediário, (S)=Superior, (M)=Mínimo

Fonte: ABNT NBR 15575-4 apud GYPSUM (2012)

#### 3.5.1.5.1. Isolamento sonoro

Quando uma onda sonora incide sobre uma superfície, ocorrem três fenômenos: reflexão, absorção e transmissão. (LUCA, 2013)

Segundo LUCA (2013), há duas formas de diminuir a transmissão sonora de um sistema de vedação. São elas: utilizar materiais de alta densidade e utilizar um sistema massa-mola-massa.

Ainda segundo o autor, o sistema massa-mola-massa consiste na conversão de parte da energia sonora em calor no momento em que ocorre a fricção entre a onda com o novo meio, que pode ser o ar ou um material de lã mineral. (Figura 10)

Massa Mola Massa

Ar

Transmissão de ruidos

Figura 10 - Exemplificação do isolamento sonoro pelo sistema massa-mola-massa

Fonte: LUCA (2013)

Quando o organismo é exposto a ruídos constantes em níveis muito altos, além da possível perda de audição, outros sintomas podem aparecer como o aumento da pressão arterial, aceleração da pulsação, dilatação das pupilas, aumento da produção de adrenalina, reação muscular, contração dos vasos sanguíneos, entre outros. (LUCA, 2013)

Segundo a empresa GYPSUM (2014), os ruídos de falas podem ser distinguidos com transmissões nos seguintes níveis:

- Conversa normal: 30dB;
- Conversa em voz alta: 35dB;
- Conversa em voz alta: 40dB;
- Conversa em voz alta: 45dB;
- Gritos: 50dB inaudível.

# 4. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo é um comparativo de benefícios e custos dos sistemas de vedações verticais de alvenaria com blocos cerâmicos e *drywall* em um empreendimento residencial.

Para análise, foi escolhida uma obra real localizada na região central da cidade de Brasília-DF.

O empreendimento é uma construção de um edifício de uso residencial com 36 apartamentos em um lote com 902,80 m² em formato retangular com as medidas 80,25 x 11,25 metros. A área construída total é de 13.603,97 m². (Figura 11)

O edifício é composto de onze pavimentos, sendo dois subsolos destinados para estacionamento privativo, um pavimento térreo com guarita e salão de festa, 5 pavimentos "tipo", com 6 apartamentos de destinação residencial por andar, um 6° pavimento com 6 apartamentos duplex, uma cobertura composta com áreas privativas dos apartamentos do 6° pavimento e com área destinada ao lazer coletivo e o pavimento ático destinado a casa de máquinas, caixas d'águas, barrilete de água fria, sistemas de aquecimento d'água com energia solar, para-raios e antenas coletivas.



Figura 11 - Perspectiva da vista frontal do empreendimento

Fonte: VIA (2014)

Há duas plantas de apartamentos. Ambas possuem 4 (quatro) quartos. Os apartamentos de meio são de 194m² (Figura 12) e os de canto de 215m² (Figura 13).



Figura 12 - Planta baixa do apartamento de meio 194m²

Fonte: VIA (2014)



Figura 13 - Planta baixa do apartamento de canto 215m<sup>2</sup>

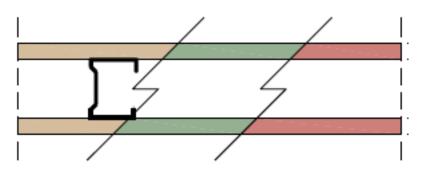
Fonte: VIA (2014)

O estudo é uma a análise comparativa da utilização de vedações internas de drywall e blocos cerâmicos nos apartamentos do empreendimento. Os sistemas de vedações externas e vedações de elevadores e escadas de incêndio não serão incluídos no comparativo pois, os primeiros são em esquadrias com vidro laminado e os segundos em blocos de concreto. Além disso, não serão consideradas, para o estudo, as vedações de áreas comuns.

A área correspondente às vedações internas dos apartamentos é de 11.983,16m². Sendo que, 11.201,25 m² correspondem às divisas internas, ou seja, que compartimentam os volumes internos das unidades. E o restante, 781,91 m², corresponde às divisas entre unidades habitacionais.

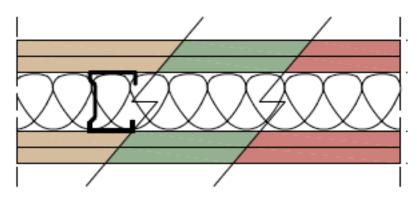
Para a análise da vedação de *drywall*, foram consideradas paredes com placas simples, ST ou RU, de 12,5mm espaçadas com guias de 70mm sem lã de vidro (Figura 14) nas divisas internas dos apartamentos e uso de placas duplas, ST ou RU, de 12,5mm espaçadas com guias 70mm com lã de vidro (Figura 15) nas divisas de unidades habitacionais. Em ambos os casos, o espaçamento dos montantes considerado é de 600mm.

Figura 14 – Exemplificação das divisas internas



Fonte: Placo (2014)

Figura 15 – Exemplificação das divisas entre unidades habitacionais



Fonte: Placo (2014)

Para alvenaria foram consideradas paredes de blocos cerâmicos (tipo baiano) com seis furos na horizontal de 11,5x19x19 (Figura 16) chapiscadas e revestidas com argamassa de 1,5cm de espessura em cada lado para divisas internas e paredes blocos cerâmicos (tipo baianos) com nove furos da horizontal de 14x19x19 (Figura 17) chapiscadas e revestidas com argamassa de 1,5cm de espessura em cada lado para divisas de unidades habitacionais.

Figura 16 – Exemplificação do tijolo cerâmico de vedação de espessura 11,5cm para divisas internas



Fonte: http://www.princesa.ind.br (2014)

Figura 17 – Exemplificação do tijolo cerâmico de vedação de 14cm para paredes de germinação



Fonte: http://www.princesa.ind.br (2014)

# 5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

# 5.1. Comparativo de Alvenaria de blocos cerâmicos x *Drywall*

### 5.1.1. Classificações dos métodos

Conforme os parâmetros de classificações de vedações verticais, pode-se classificar as paredes de alvenaria de blocos cerâmicos e de gesso acartonado da seguinte forma:

Gesso acartonado: Auto-portante, desmontável, estruturada, executada por acoplamento a seco e leve;

Alvenaria de blocos cerâmicos: Auto-portante, fixa, auto-suporte, executada por conformação e pesada.

### 5.1.2. Vantagens do sistema de *drywall*

- Redução do volume de material transportado e facilidade de manuseio;
- Redução de mão de obra e aumento na produtividade;
- Flexibilidade de layout;
- Evita quebras para passagem de instalações;
- Facilidade na manutenção de instalações;
- Diminuição das espessuras das paredes com ganho de área útil;
- Obra mais limpa e menor geração de resíduos;
- Resíduos recicláveis;
- Redução de carga atuante na estrutura;
- Facilidade de acabamento.

O material utilizado para execução de uma parede de gesso acartonado é basicamente composto por chapas de gesso e estruturas de aço galvanizado. Por serem materiais leves, são facilmente manuseados e podem ser armazenados no pavimento no qual o serviço será realizado. Considerando que as placas de *drywall*, em geral, possuem a espessura de 12,5mm; 1,20m de largura e a mesma altura do pé direito do pavimento, o volume de material necessário para a execução de um apartamento é consideravelmente baixo quando comparado ao método tradicional de alvenaria. Além disso, caso o material seja previamente armazenado no local, não há necessidade de transporte vertical no dia da execução, como é o caso da alvenaria, que usualmente a massa de assentamento é transportada para o pavimento logo antes do início a execução do serviço.

Uma das grandes vantagens do sistema de *drywall*, quando comparado ao sistema de alvenaria, é a produtividade dos funcionários e a economia no tempo gasto para execução de vedações.

Um empreendimento em *drywall* pode gerar uma redução de 50 a 60% do tempo quando comparado com vedação em alvenaria. (G1 apud REIS, 2012)

O oficial de pedreiro executa, em média, de 15 m² a 20 m² de alvenaria por dia, enquanto um montador de *drywall* tem uma produção próxima aos 40m² no mesmo período. (PALHANO apud FERREIRA, 2012)

O *drywall* permite a flexibilidade do layout, ou seja, o arquiteto pode trabalhar com paredes curvas ou não uniformes.

As instalações no *drywall* são executadas simultaneamente com a vedação, e dessa forma, não há necessidade de quebras para passagem de tubulações. No caso de necessidade de reparos, as placas podem ser retiradas e recolocadas com facilidade, ou ainda, serem cortadas e posteriormente reparadas.

Segundo a empresa PLACO (2014), a utilização do método de vedações com placas de gesso pode aumentar em até 4% o espaço útil do ambiente, se comparado com o método de alvenaria.

Pelo fato de a vedação com placas de gesso ser um método construtivo a seco e gerar menos entulho, o ambiente de obra, quando em execução, é mais salubre e limpo do que um local de execução de alvenaria.

Além disso, os resíduos gerados com *drywall* são basicamente gesso e perfis metálicos, logo, são resíduos recicláveis.

Segundo FERREIRA (2012), a redução nas cargas das paredes com a utilização de gesso acartonado resulta em uma diminuição no consumo de concreto, aço e formas que atinge cerca de 10% quando comparado com vedações de alvenaria. Assim, vedações de *drywall* permitem estruturas e fundações mais esbeltas acarretando em redução no custo da obra.

Em paredes de *drywall*, após o tratamento das juntas, a parede está pronta para ser pintada. Não há necessidade da aplicação de massa corrida nas placas antes da pintura e, dessa forma, o tempo do processo e os gastos são reduzidos, ainda que, muitas empresas que utilizam o sistema optem pela aplicação da massa para evitar o aparecimento de imperfeições das placas e reduzir evidências de falhas construtivas.

A empresa PLACO (2014), fornecedora de placas de gesso acartonado e perfis de aço galvanizado para *drywall*, define 7 (sete) principais vantagens no processo executivo de *drywall* quando comparado com o sistema de vedação de alvenaria de blocos cerâmicos. (Figura 18)

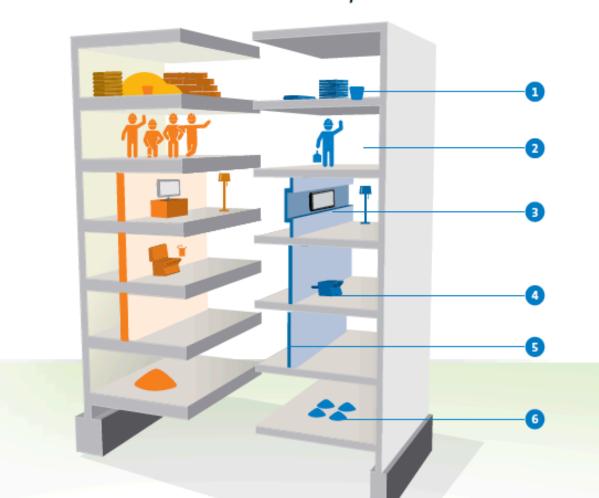


Figura 18 – Vantagens do *Drywall* 

Alvenaria x Construção a seco

- Redução do volume de material transportado vertical e horizontal.
- Redução de mão de obra e elevada produtividade.
- 3 Flexibilidade de layout.
- Facilidade nas instalações prediais, evitando cortes.
- e quebras, devido ao espaço livre entre placas disponíveis para tubulações e eletrodutos.
- Menor espessura de paredes com ganho de área útil.
- 6 Mínimo desperdício e retrabalho.
- Redução de peso, tornando a construção mais leve com alívio às estruturas.

Fonte: PLACO (2014)

### 5.1.3. Desvantagens do sistema de *Drywall*

- · Rejeição do mercado;
- Efeito knock knock;
- Baixa resistência mecânica;
- Requer mão de obra especializada;
- Necessidade de planejamento e sincronização das equipes de instalações e de montadores:
- Dificuldade na fixação de cargas;
- Limitação para uso interno;
- Geração de resíduos nocivos.

Segundo a empresa PLACO (2014), o sistema de *drywall* atende muito bem todas as exigências das normas vigentes, inclusive a norma de desempenho. Porém, o empecilho para muitas construtoras adotarem esse método executivo é a aceitação do mercado brasileiro.

O que a empresa chama de efeito *knock knock*, o eco do som transmitido ao bater em uma parede de *drywall*, é um dos fatores que desagradam os clientes. O uso de lã de rocha ou lã de vidro entre paredes, além de diminuir esse efeito, também diminui a transmissão acústica. Entretanto a utilização de lã em todas as paredes pode tornar o empreendimento inviável.

Outra desvantagem é a baixa resistência mecânica do gesso acartonado quando comparado a outros sistemas de vedação. As placas de *drywall* quando sujeitas a impactos podem ser quebradas com facilidade.

Para que a alta produtividade do sistema de *drywall* seja vantajosa é necessário que os profissionais montadores sejam capacitados. E segundo empresários da área, a especialização de profissionais não acompanha o crescimento atual do mercado de *drywall* no país, dificultando a contratação de funcionários capacitados e, como consequência, aumentando o índice de retrabalho.

Ao executar uma parede de gesso acartonado, as instalações elétricas e hidráulicas devem ser executadas de forma simultânea.

A execução de uma parede é divida em 6 (seis) etapas: Estruturação dos perfis de aço galvanizado, chapeamento (placa de apenas um lado da parede), instalações dentro das paredes, fechamento (placa do outro lado da parede), novamente as instalações para colocação de caixas de passagem na segunda placa e, por fim, emassamento das juntas.

Para que não ocorram atrasos ou operários fiquem sem frente de serviços, é necessário um planejamento de obra mediante as empreiteiras de instalações e montagem de gesso para que o número de funcionário e a produtividade de ambas as empresas sejam adequados a fim de atingir as metas de produção da obra sem que ocorram desperdícios.

Um dos fatores que mais incomoda os clientes é a limitação da fixação de objetos nas placas de gesso acartonado. Segundo a empresa PLACO (2014), cargas de até 10kg podem ser fixadas diretamente nas placas com buchas especiais, cargas de até 18kg devem ser fixadas nos montantes metálicos da estruturação do *drywall* e cargas de até 30kg só podem ser fixadas quando colocado reforço metálico ou de madeira fixado nos montantes. Para cargas acima de 30kg, a empresa sugere que o cliente consulte o departamento técnico da fornecedora.

As placas de gesso, mesmo quando resistentes à umidade, são de uso exclusivo para áreas internas. Para vedações externas deve-se adotar outro método de vedação como, por exemplo, alvenarias ou placas cimenticias.

Os resíduos gerados pelo sistema de vedação de *drywall*, gesso e metais, são considerados nocivos à saude. (PIMENTA apud MARIANE, 2012)

### 5.1.4. Desempenho Acústico

O desempenho acústico é a característica mais relevante quando se refere a vedações verticais, isso porque quando a vedação é mal dimensionada, ocorrem transmissões de sons e ruídos incômodos originários de outros ambientes.

Segundo NETO E BERTOLI (2010), foram realizados ensaios de acústica para alvenarias com blocos cerâmicos de 11,5cm revestidas com reboco de 1,5cm de espessura em cada face e para alvenarias com blocos cerâmicos de 14cm revestidas com reboco de 1,5 cm de espessura em cada face. Os ensaios foram realizados em campo e em laboratório, os resultados obtidos estão na tabela a seguir. (Tabela 3)

Tabela 3 – Resultados dos ensaios de acústica em alvenaria de blocos cerâmicos

Resultado dos Ensaios						
Ensaio Alvenaria de 11,5 Alvenaria de 1						
Laboratório R <sub>w</sub> (dB)	37	39				
Campo D <sub>nT,w</sub> (dB)	37	41				

Fonte: NETO, M. de F. F.; BERTOLI, S. R (2010)

Segundo THOMAZ et al. (2009), os blocos cerâmicos de 14cm com revestimentos em argamassa de 1,5cm em cada face possuem um isolamento acústico de 40 dB.

O gesso é conhecido como um bom isolante acústico. Assim, apesar da baixa densidade das paredes de gesso acartonado, elas conseguem atingir níveis de isolamento altos.

Quando adota-se uma parede simples com guias de 70mm e placas de 12,5mm, tem-se como padrão um isolamento acústico de 38dB. Se adotadas

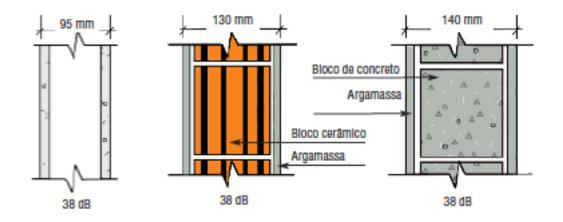
paredes com guias de 70mm, placas duplas, ou seja, 4 placas de 12,5mm e lã mineral, obtém-se um isolamento de 51dB. (LUCA, 2013) (Tabela 4)

Tabela 4 – Parâmetros de isolamento acústico no drywall

Isolamento acústico R <sub>w</sub> em paredes de drywall				
Tipo de parede	Isolamento R <sub>w</sub> (dB)			
Divisas internas	38			
Divisas de unidades	51			

Ainda segundo a LUCA (2013), uma parede simples de *drywall*, pode ser comparada em desempenho acústico à uma parede com espessura total de 13cm de alvenaria de blocos cerâmicos com argamassa ou a uma parede com espessura total de 14cm de alvenaria de blocos de concreto com argamassa. Todas com índice de isolamento acústico de 38dB. (Figura 17)

Figura 19 - Comparativo do desempenho acústico entre os tipos de vedações verticais



Fonte: LUCA (2013)

### 5.1.5. Peso na estrutura

Segundo a empresa PLACO (2014), as paredes simples com duas placas de 12,5mm possuem o peso de 20kg/m<sup>2</sup>, já as paredes duplas com quatro placas de 12,5mm e isolamento acústico pesam 37kg/m<sup>2</sup>.

Segundo a fabricante de blocos cerâmicos CERAMICAS ERMIDAS (2014), os blocos cerâmicos furados possuem peso aproximado de 80kg/m², e de acordo com a empresa MATRIX (2014), do grupo Votorantim, a densidade da argamassa de revestimento interno em estado endurecido varia de 1400 a 1800 kg/m³, logo, o peso para espessuras de 1,5cm varia de 21 a 27kg/m². Considerando os dois lados da alvenaria, soma-se entre 42 e 54kg/m² ao peso da alvenaria. Utilizando um valor médio de 48kg/m², tem-se uma carga de aproximadamente 128 kg/m² para paredes de alvenaria. (Tabela 5)

Comparativo de cargas atuantes Sistema metragem peso unitário Local peso peso total divisas internas 11201,25 m<sup>2</sup> 20 Kg/m2 224025 Kg Drywall 252,96 t 781,91 m2 37 Kg/m2 28930,67 Kg divisas de unidades Alvenaria + revestimento 11983,16 m2 128 Kg/m2 1533844,48 Kg 1533,84 t

Tabela 5 – Quadro comparativo de cargas atuantes

# 5.1.6. Composições e custos

Com base em orçamentos do segundo semestre de 2014 de obras localizadas em Brasília-DF e planilhas de composição do TCPO (2014), foram realizadas composições com preços de alvenaria, chapisco, reboco e *drywall* para a obra em análise.

Para alvenaria, foram realizadas duas composições, a primeira com blocos cerâmicos de 11,5cmx19cmx19cm com furos horizontais para vedações internas (Tabela 6) e a segunda com blocos cerâmicos de 14cmx19cmx19cm com furos horizontais para paredes de germinação (Tabela 7).

Tabela 6 – Composição de custo para alvenaria de blocos de 11,5cm

	Composição de custo - Alvenaria 11,5 - Paredes internas						
Serviço	Quantidade orçada	Insumo	Consumo/m <sup>2</sup>	Consumo total	Preço unitário	Preço	Custo total
Alvenaria de	11201,25 m2	Pedreiro	1,05 h	11761,3125 h	R\$13,14	R\$154.543,65	
blcoos cerâmicos	11201,25 m2	Servente	0,77 h	8624,9625 h	R\$8,48	R\$73.139,68	R\$408.655,20
11,5x19x19	11201,25 m2	Argamassa para assentamento	9,62 kg	107756,025 kg	R\$0,22	R\$23.706,33	N3406.033,20
11,5815815	11201,25 m2	Blocos de 11,5x19x19	27 un	302433,75 un	R\$0,52	R\$157.265,55	

Tabela 7 – Composição de custo para alvenaria de blocos de 14cm

	Composição de custo - Alvenaria 14 - Paredes de germinação						
Serviço	Quantidade orçada	Insumo	Consumo/m <sup>2</sup>	Consumo total	Preço unitário	Preço	Custo total
Alvenaria de	781,91 m2	Pedreiro	1,05 h	821,0055 h	R\$13,14	R\$10.788,01	
blcoos cerâmicos	781,91 m2	Servente	0,77 h	602,0707 h	R\$8,48	R\$5.105,56	R\$30.637,58
14x19x19	781,91 m2	Argamassa para assentamento	9,62 kg	7521,9742 kg	R\$0,22	R\$1.654,83	00,750.057,36
14713713	781,91 m2	Blocos de 14x19x19	27 un	21111,57 un	R\$0,62	R\$13.089,17	

Para o revestimento de alvenaria, foram realizadas duas composições, uma para o chapisco sobre a alvenaria (Tabela 8) e outra para o revestimento argamassado (Tabela 9).

Tabela 8 – Composição de custo para chapisco sobre alvenaria

	Composição de custo - Chapisco						
Serviço	Quantidade orçada	Insumo	Consumo/m <sup>2</sup>	Consumo total	Preço unitário	Preço	Custo total
	23966,32 m2	Pedreiro	0,15 h	3594,948 h	R\$13,14	R\$47.237,62	
Chapisco	23966,32 m2	Servente	0,15 h	3594,948 h	R\$8,48	R\$30.485,16	
projetado em	23966,32 m2	Areia lavada	0,01 m3	239,6632 m3	R\$55,00	R\$13.181,48	R\$122.851,36
alvenaria	23966,32 m2	Cimento portland	2,45 kg	58717,484 kg	R\$0,34	R\$19.963,94	
	23966,32 m2	Acessórios	1 m2	23966,32 m2	R\$0,50	R\$11.983,16	

Tabela 9 – Composição de custo para revestimento argamassado

Composição de custo - Revestimento Argamassado							
Serviço	Quantidade orçada	Insumo	Consumo/m <sup>2</sup>	Consumo total	Preço unitário	Preço	Custo total
Revestimento	23966,32 m2	Pedreiro	0,5 h	11983,16 h	R\$13,14	R\$157.458,72	
Argamassado	23966,32 m2	Servente	0,5 h	11983,16 h	R\$8,48	R\$101.617,20	R\$348.709,96
Aigaillassauo	23966,32 m2	Argamassa industrializada	17 kg	407427,44 kg	R\$0,22	R\$89.634,04	

No caso da vedação de *drywall*, o método não requer revestimentos, assim, foram elaboradas apenas duas composições.

A primeira para paredes que serão orçadas para divisas internas das unidades habitacionais, compostas de uma placa de 12,5mm (ST ou RU) + uma

placa de 12,5mm (ST ou RU), fixadas em guias de 70mm e montantes espaçados em 600mm. (Tabela 10)

Composição de custo - Drywall 95/70/600mm ST+ST ou ST+RU ou RU+RU - Paredes internas							
Serviço	Quantidade orçada	Insumo	Consumo/m <sup>2</sup>	Consumo total	Preço unitário	Preço	Custo total
	11201,25 m2	Mão de obra	0,6 h	6720,75 h	R\$31,42	R\$211.165,97	
	11201,25 m2	Placa	2,06 m2	23074,575 m2	R\$10,60	R\$244.590,50	1
	11201,25 m2	massa junta	0,87 kg	9745,0875 kg	R\$1,34	R\$13.058,42	
Drywall	11201,25 m2	guia	0,8 m	8961 m	R\$2,45	R\$21.954,45	R\$579.755,42
95/70/600mm	11201,25 m2	montante	1,84 m	20610,3 m	R\$2,41	R\$49.670,82	11,5379.733,42
	11201,25 m2	fita p isolamento acustico	1,83 m	20498,2875 m	R\$1,53	R\$31.362,38	
	11201,25 m2	fita p junta	3 m	33603,75 m	R\$0,09	R\$3.024,34	
	11201,25 m2	parafuso	22 un	246427,5 un	R\$0,02	R\$4.928,55	1

Tabela 10 - Composição de custo para drywall 95/70/600mm

A segunda composição é referente a paredes que serão orçadas para divisões entre unidades habitacionais, paredes de germinação. Essas são compostas por duas placas de 12,5mm (ST ou RU) + lã de vidro + duas placas de 12,5mm (ST ou RU), fixadas em guias de 70mm e montantes espaçados em 600mm.

Composição de custo - Drywall 120/70/600mm 2 PLACAS ST + LÃ DE VIRO + 2 PLACAS ST- Paredes de germinação Consumo/m² Consumo total Preço unitário Serviço Quantidade orçada Preço Custo total Insumo 781,91 m2 Mão de obra 0,6 h 469,146 h R\$64,00 R\$30.025,34 781,91 m2 4,12 m2 3221,4692 m2 R\$10,60 R\$34.147,57 Placa 680,2617 kg 781,91 m2 0,87 kg R\$1,34 R\$911,55 massa junta 781,91 m2 625,528 m R\$2,45 R\$1.532,54 Drvwall 0.8 m guia 120/70/600mm 781,91 m2 montante 1,84 m 1438,7144 m R\$2,41 R\$3.467,30 R\$82.680,81 +lã de vidro 781.91 m2 fita p isolamento acustico 1,83 m 1430.8953 m R\$1.53 R\$2.189.27 781,91 m2 2345,73 m R\$0,09 R\$211,12 fita p junta 3 m R\$0,02 R\$344,04 781.91 m2 22 un 17202.02 un parafuso 781,91 m2 lã de vidro 1 m2 781,91 m2 R\$12,60 R\$9.852,07

Tabela 11 – Composição de custo para drywall 120/70/600mm + lã de vidro

#### 5.1.7. Custos totais

Com base nas composições previamente apresentadas, os custos totais orçados para o sistema de vedação de *drywall* no empreendimento analisado é de R\$662.436,22. Para a alvenaria com revestimento argamassado, o valor total de orçamento é de R\$910.854,10. (Tabela 12)

Tabela 12 – Custos totais de orçamento

Comparativo de custos totais		
Sistema	Custo total	
Drywall	R\$662.436,22	
Alvenaria + revestimento argamassado	R\$910.854,10	

#### 5.1.8. Custos unitários

Ao comparar os métodos em relação aos preços unitários, temos os seguintes valores. (Tabela 13)

Tabela 13 – Custos unitários de orçamento

Comparativo de custos unitários				
Sistema	metragem	Custo unitário		
Drywall	Divisas internas	11201,25	R\$51,76 /m2	
Diywaii	Divisas entre unidades	781,91	R\$105,74 /m2	
Alvenaria + revestimento	Divisas internas	11201,25	R\$75,84 /m2	
argamassado	Divisas entre unidades	781,91	R\$78,54 /m2	

### 5.2. Análise dos resultados

### 5.2.1. Análise das vantagens do drywall

As vantagens do método de vedação de *drywall* pode ser dividido em duas categorias.

A primeira engloba os pontos que são benéficos para o cliente, ou seja, são as vantagens que estão relacionadas diretamente com o consumidor final. São elas: Flexibilidade no layout, facilidade na manutenção de instalações e ganho de área útil.

Dentre os benefícios para o cliente, o mais relevante é o de ganho de área útil. O aumento de até 4% da área útil em um apartamento pode, a principio, não parecer muito expressivo, mas quando se refere a apartamentos de 100 m², é um ganho de 4m², área equivalente a um lavabo. E quando a residência possui uma área de 200m², o aumento de 4% equivale a 8m².

A segunda categoria é referente aos benefícios da construtora, ou seja, são vantagens que têm impacto direto na construção ou nos custos da obra. São elas: Redução do volume de material transportado e facilidade de manuseio, redução de mão de obra e aumento na produtividade, redução nas quebras para passagem de instalações, facilidade na manutenção de instalações, obra mais limpa, resíduos recicláveis, redução da carga atuante na estrutura e facilidade de acabamento.

Entre os benefícios para a construtora, o mais relevante é o aumento da produtividade. A redução de cerca de 50% do tempo gasto com a execução de vedações pode gerar retornos financeiros significativos para a construtora, inclusive com a redução do tempo total de obra.

### 5.2.1. Análise das desvantagens do drywall

Assim como as vantagens, as desvantagens do sistema de *drywall* podem ser dividas em dois grupos. O primeiro é o que engloba as desvantagens que estão diretamente relacionadas com o consumidor final, e no segundo estão as desvantagens para a construtora.

No primeiro grupo, referente às desvantagens para o cliente, estão: Efeito *knock knock*, baixa resistência mecânica e dificuldade de fixação de cargas.

Para a construtora, as principais desvantagens do sistema de *drywall*, quando comparado com o sistema de alvenaria, são: Rejeição do mercado, exigência de mão de obra especializada, necessidade de planejamento bem elaborado, limitação para uso interno e geração de resíduos nocivos.

Dentre as desvantagens mencionadas no primeiro grupo, as mais relevantes são o efeito *knock knock* e a dificuldade na fixação de cargas. Ambas resultam na principal desvantagem para construtora, a rejeição do mercado. Apesar de em outros países essas características não serem empecilhos para aceitação de clientes, no Brasil elas ainda são motivos de rejeição.

### 5.2.1. Análise do peso atuante na estrutura e fundação

Ao analisar a diferença entre as cargas atuantes na estrutura do edifício, percebe-se que a carga devido ao peso de uma vedação em alvenaria é aproximadamente 6 vezes maior do que quando utilizado o sistema de *drywall*. Dessa forma, a utilização de placas de gesso possibilita uma significativa redução nos dimensionamentos das peças estruturais e de fundações.

#### 5.2.2. Resultados de acústica

Segundos os ensaios de acústica referente aos índices de redução sonora ponderada, realizados em paredes de gesso acartonado pela ABRAGESSO (2014) e em alvenarias de blocos cerâmicos com revestimento argamassado de 150mm por NETO E BERTOLI (2010), os resultados comparativos dos métodos escolhidos para paredes de divisas de uma mesma unidade tiveram diferença de 1dB. (Figura 20)

No entanto, os resultados dos ensaios das vedações escolhidas para divisas de unidades habitacionais, tiveram resultados com uma diferença expressiva de 12dB. (Figura 21)

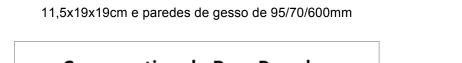
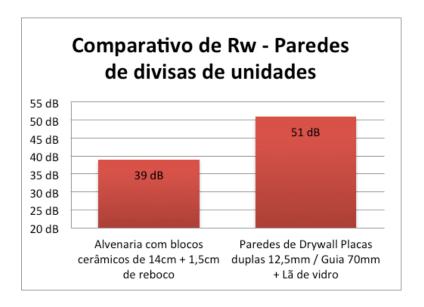


Figura 20 - Comparativo de redução sonora ponderada de alvenaria com blocos de



Figura 21 – Comparativo de redução sonora ponderada de alvenaria com blocos de 14x19x19cm e paredes de gesso de 120/70/600mm



Percebe-se que para paredes que condimentam os ambientes de uma mesma unidade não há exigências mínimas na NBR 15575-4 para desempenho acústico, entretanto, ambos os tipos de vedações escolhidas atingem valores aproximados de isolamento acústico nos ensaios em laboratórios.

Para paredes entre unidades, percebe-se uma acentuada diferença nos índices de redução sonora ponderada (R<sub>w</sub>) dos métodos escolhidos. O método de *drywall* com placas duplas de 12,5mm e lã de vidro possuí um isolamento de 51dB, atingindo o nível intermediário de desempenho da norma NBR 15575-4 da ABNT. Enquanto a alvenaria com blocos cerâmicos de 14cm e 1,5cm de espessura de revestimento em cada face possuí um isolamento de 39dB, e dessa forma não atinge o nível mínimo exigido pela NBR, que estabelece para esse tipo de parede um índice mínimo de 45dB. Portanto, caso a opção seja adotar a vedação de alvenaria, as divisas entre unidades deverão ser executadas com soluções que melhorem o isolamento acústico.

#### 5.2.3. Análise dos custos totais

Ao analisar os valores dos orçamentos para execução das vedações verticais internas dos apartamentos da obra em estudo, percebe-se que o valor final da vedação em *drywall* é de aproximadamente 27% menor do que o valor de alvenaria com revestimento de argamassa. A diferença em valor monetário é de R\$248.417,87.

A principal diferença nos custos totais está nos valores de mão de obra dos dois métodos. O valor reduzido do serviço de *drywall* se deve, principalmente, ao alto índice de produtividade do método e à ausência de necessidade de revestimento.

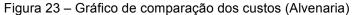
Entretanto, nos custos de materiais, percebe-se que a alvenaria é mais econômica. Porém, a diferença entre os métodos nesse aspecto é consideravelmente menor em relação à diferença nos custos de mão de obra.

Do custo total de *drywall*, de R\$662.436,22, percebe-se que 64% é referente a materiais e apenas 36% referente à mão de obra. (Figura 22)

Ao fazer a mesma análise para a vedação de alvenaria com revestimento argamassado, percebe-se que do valor orçado em R\$910.854,10, 36% é referente aos materiais e 64% à mão de obra. (Figura 21)



Figura 22 – Gráfico de comparação dos custos (*Drywall*)





Importante ser observado que, atualmente, muitas construtoras optam pela não utilização de chapisco em alvenarias de blocos cerâmicos, exceto em áreas com emboço. Dessa forma, a diferença de custos entre os métodos pode ser reduzida consideravelmente.

#### 5.1. Análise dos custos unitários

Os dois métodos de paredes de *drywall* analisados possuem custos unitários com uma variação de R\$53,98. Nos de alvenaria com revestimento de argamassa os valores variam em apenas R\$2,70.

Identifica-se, pelos custos unitários, o alto valor das paredes de gesso para divisões de unidades habitacionais. A diferença dessa para o custo para as paredes de gesso de divisas internas é maior do que 100%. Isso se deve ao fato de as paredes de germinação utilizarem lãs de vidro e o dobro de placas de gesso. (Figura 24)

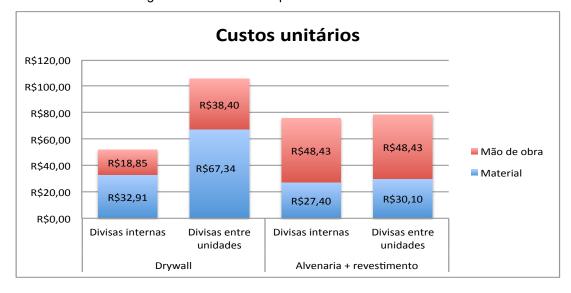


Figura 24 – Gráfico comparativo de custos unitários

É importante ressaltar que, para esse empreendimento, a grande economia do *drywall* se deve, também, à baixa quantidade relativa de paredes com isolamento acústico. Por serem apartamentos com cerca de 200m², a quantidade de vedações entre unidades é reduzida, assim, se forem analisados os preços unitários notar-se-á que para empreendimentos com maior número de unidades de dimensões menores, tem-se uma maior metragem de paredes com isolamento acústico, logo, o custo unitário do *drywall* pode variar consideravelmente.

# 6. CONCLUSÃO

Ao analisar a evolução do método de gesso acartonado no Brasil principalmente nos últimos anos, percebe-se que o método está migrando de um sistema inovador para um sistema que, devido às suas vantagens, ganha cada vez mais espaço no mercado.

Com a NBR 15575:2013 em vigor, deve-se atentar para os desempenhos de todos os componentes que compõem uma edificação e analisar todos os requisitos da norma em cada etapa da construção. Este estudo mostrou que elementos utilizados nas construções atuais podem não atingir os critérios mínimos estabelecidos na norma, assim, construtoras são forçadas a buscar soluções em processos diferenciados que atendam às exigências da mesma.

Quando comparado o custo total de material e mão de obra, sem considerar as economias em relação à produtividade e redução das cargas aplicadas, percebese que para esse empreendimento, o *drywall* é o método mais econômico. No entanto, cabe a construtora analisar as vantagens e desvantagens de cada método considerando a logística mais adequada para a obra e o perfil do cliente.

A principal causa do elevado valor no custo total da alvenaria, quando comparado ao método de *drywall*, é devido a necessidade de revestimento para regularização da superfície. Percebe-se, neste trabalho, que o valor de mão de obra da vedação de alvenaria é resultado da combinação de duas frentes de serviço, assentamento de alvenaria e revestimento argamassado, enquanto o *drywall* possuí apenas uma, gerando assim, um menor custo no valor de mão de obra.

#### 6.1. Sugestões para pesquisas futuras

Para pesquisas futuras, sugere-se o aprofundamento nos estudos dos dois tipos de vedações estudados neste trabalho em relação aos requisitos da ABNT

NBR 15575:2013, realização dos ensaios sugeridos pela norma e verificação da conformidade das vedações.

Sugere-se ainda, uma análise comparativa incluindo vedações com blocos de concreto, com resultados econômicos e de desempenho.

No ano de 2014, as empresas fornecedoras de placas de gesso acartonado lançaram produtos diferenciais que melhoram o desempenho das vedações em diferentes sentidos. Como exemplo, foram lançadas placas com elevada resistência mecânica que diminuem a transmissão sonora oca nas paredes de gesso, além de possuírem maior capacidade de suporte de carga. Dessa forma, deve-se realizar uma análise da viabilidade econômica e benefícios na utilização dessas novas tecnologias.

Há, também, um método de revestimento da alvenaria com a colagem de placas de gesso, substituindo os revestimentos com argamassa. Sugere-se um estudo da viabilidade econômica em adotar essa solução e de seus resultados de desempenho.

Por fim, sugere-se uma comparação em residências unifamiliares do uso de drywall na parte interna com alvenaria na parte externa, residência toda estruturada em steel frame com placas cimentícias nas vedações externas e drywall nas internas e, finalmente, residências convencionais com estrutura de concreto e vedação de alvenaria.

# 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<b>ABNT</b> 1990	NBR 11685. Divisórias leves internas moduladas – Terminologia.
ABNT	NBR 14715-1. Chapas de gesso para Drywall - Requisitos. 2010
<b>ABNT</b> 2010	NBR 14715-2. Chapas de gesso para Drywall - Métodos de ensaio.
	NBR 15270-1. Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos e vedação — Terminologia e requisitos. 2005
<b>ABNT</b> Requisitos gera	NBR 15575-1. Edificações habitacionais — Desempenho - Parte 1: s. 2013
	NBR 15575-4. Edificações habitacionais — Desempenho - Parte 4: os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE.
Drywall – Proje	NBR 15785-1. Sistemas construtivos em chapas de gesso para os e procedimentos executivos para montagem; Parte 1: Requisitos sados como paredes. 2009

ABRAGESSO – Associação Brasileira dos Fabricantes de Blocos e Chapas de Gesso. www.drywall.org.br - **Acessado em: Setembro 2014.** 

AMORIM, Kelly. Revista Construção mercado. Noticia: Construção civil cresceu **74,25% nos últimos 20 anos, revela estudo do SindusCon-MG.** Portal Piniweb, editora PINI, 2014.

BERNARDI, Vinicius Batista. ANÁLISE DO MÉTODO CONSTRUTIVO DE VEDAÇÃO VERTICAL INTERNA EM *DRYWALL* EM COMPARAÇÃO COM A ALVENARIA. Lages (SC), 2014

CERÂMICA ERMIDA - www.ceramicaermida.com.br - Acessado em: Setembro 2014.

CERÂMICA PRINCESA - www.princesa.ind.br - Acessado em: Outubro 2014.

CONSTRUFACILRJ – www.construfacilrj.com **Acessado em: Setembro 2014.** 

CICHINELLI, Gisele C. Revista Construção Mercado. Noticia: Mercado de drywall vem se expandindo impulsionado pela necessidade dos construtores de abreviar cronogramas de execução e de garantir o desempenho mínimo exigido em norma. São Paulo, PINI, 2014.

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

FARIA, Renato. Revista Techne. Noticia: R. Evolução. São Paulo, PINI, 2008.

FERREIRA, Romário. Revista Construção mercado. Noticia: Alvenaria de tijolos cerâmicos X *drywall*. Edição 136, editora PINI, 2012.

FIGUEIREDO, , Dalmo Lúcio Mendes et al. SISTEMAS CONSTRUTIVOS APLICAÇÃO DE GESSO ACARTONADO NA CONSTRUÇÃO. Belo Horizonte, 2008.

FRANCO, L.S. O desempenho estrutural e a deformabilidade das vedações verticais. São Paulo, 1998.

GELLNER, A. Plaster walls fall by postwar wayside. Inman News, 2003.

GEROLLA, Giovanny. Revista Equipe de Obra. Noticia: Processo de produção de blocos cerâmicos é totalmente informatizado e automatizado. Confira como se dá a transformação da argila. Editora PINI, 2012.

GYPSUM, Gypsum do nordeste. A gypsum tem muita história pra contar. Petrolina, 1999.

GYPSUM. **GUIA DE ESPECIFICAÇÃO - RESIDÊNCIAS**. 2012

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

HOLANDA, E. P. T. de. Novas tecnologias construtivas para produção de vedações verticais: diretrizes para o treinamento da mão de obra. São Paulo, 2003.

KAZMIERCZAK, Claudio de Souza. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiai**s. Ed. G. C. Isaia. 2.ed. São Paulo, IBRACON, 2010. 2v. P. 565-588

LIMA, Vivian Cabral. **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ALVENARIA EM BLOCO CERÂMICO E PAINÉIS EM GESSO ACARTONADO PARA O USO COMO** 

VEDAÇÃO EM EDIFÍCIOS: ESTUDO DE CASO EM EDIFICIO DE MULTIPAVIMENTOS NA CIDADE DE FEIRA DE SANTANA. Feira de Santana, 2012.

LOJADOREVESTIMENTO - www.lojadorevestimento.com.br - Acessado em: Setembro 2014.

LOSSO, Viveiros. M.E. **Gesso acartonado e isolamento acústico: teoria versus prática no Brasil.** Conferência latino americana de construção, 2004.

LUCA, Carlos Roberto de. **Desempenho acústico em sistemas** *drywall.* 2a Edição, Associação Brasileira de Drywall, 2013.

MATRIX - http://www.mapadaobra.com.br - Acessado em: Setembro 2014.

NETO, M. de F. F.; BERTOLI, S. R. Desempenho acústico de paredes de blocos e tijolos cerâmico: uma comparação entre Brasil e Portugal. Porto Alegre, 2010.

OX CONSTRUTORA – www.oxconstrutora.com.br - **Acessado em: Outubro 2014.** PLACO. **GUIA – SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS.** 2014

PSQ-DRYWALL - Programa Setorial de Qualidade do *Drywall* - www.qualidadedrywall.org.br - **Acessado em: Setembro 2014.** 

SABBATINI, Fernando H. **Desenvolvimento de métodos construtivos para alvenaria e revestimentos: recomendações para construção de paredes de vedação em alvenaria.** São Paulo, EPUSP, 1988.

SABBATINI, Fernando H. **Tecnologia das construções de edifícios I**. PCC-2435, 2003.

SILVA, Debora Cristiane Veiga da. **AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS COM VEDAÇÃO VERTICAL EM GESSO ACARTONADO.** Joinville (SC), 2007.

TCPO. Tabelas de composições de preços para orçamento. Editora PINI, 2014.

THOMAZ, Ercio et al. **Código de Práticas nº 1 – Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos.** IPT – Instituto de pesquisas tecnológicas, São Paulo, 2009.

VIA EMPREENDIMENTOS – www.viaempreendimentos.com.br - **Acessado em: Setembro 2014**.