

Análise de Custo e Viabilidade Dentre os Sistemas de Vedação de Bloco Cerâmico e Drywall Associado ao Painel Monolite EPS

*Saulo Augusto de Oliveira Viana¹
Élcio Cassimiro Alves²*

Resumo

A construção civil atualmente busca desenvolver e executar projetos de maneira a reduzir custos, aumentar a produtividade e cumprir prazos que são cada vez menores. Um fator que colabora para o aumento desse desempenho é a utilização de produtos inovadores na obra, porém, a construção civil é considerada a indústria onde menos ocorrem inovações. A responsabilidade desse fato no Brasil se deve ao conservadorismo deste setor. Existem no mercado hoje diversas opções para vedação de edificações que contribuem com várias vantagens construtivas em relação a tradicional alvenaria de bloco cerâmico, dentre elas o drywall, para divisão interna de ambientes, e o painel Monolite de EPS, utilizado em fechamento externo. São esses os sistemas estudados nesse artigo. Através do cálculo estrutural de edificações que utilizam esses sistemas, foi feita a comparação com estruturas carregadas com alvenaria convencional, que é mais pesada, e assim analisada a viabilidade econômica obtida através da economia estrutural por utilizar sistemas mais leves de vedação. Apesar do investimento inicial mais elevado por usar o drywall e painel Monolite de EPS, pelos resultados constatou-se que a economia obtida com a estrutura, além de viabilizar a utilização desses produtos, gera uma redução no custo final da obra. Com esse resultado aliado às vantagens desses sistemas espera-se torná-los mais atrativos para o mercado, e mostrar para os mais conservadores que realmente vale o investimento.

Palavras-chave: Custo, viabilidade, bloco cerâmico, Monolite EPS, drywall, estrutura, concreto.

1 Introdução

Na busca de projetos eficientes procura-se sempre reduzir o desperdício, aumentar a produtividade, cumprir com cronograma e diminuir perdas, custos e o tempo de entrega dos diversos serviços numa obra. Apesar das críticas que a indústria da construção civil recebe por não inovar com seus métodos construtivos, atualmente surgem, pelo menos para a área de vedação de edifícios, alternativas para construir com maior rapidez e eficiência.

Durante muitos anos a construção civil fez a utilização de sistemas de vedação convencionais em edifícios devido à disponibilidade no mercado, como blocos cerâmicos, tijolos prensados de argila e blocos de concreto, atualmente existem novos materiais para desempenharem essa função, tais como o concreto celular, as placas cimentícias, painéis de gesso acartonado

(drywall) e o sistema Monolite de painéis de poliestireno expandido (EPS).

Tais sistemas, especialmente os painéis de gesso acartonado e os painéis Monolite de EPS, por serem objetos de estudo deste artigo, proporcionam um ganho elevado na produtividade e uma considerável diminuição no desperdício de materiais em todas as etapas de utilização dos mesmos, desde sua fabricação, transporte e manuseio até o ponto de aplicação em obra.

Porém, por serem novas tecnologias e usarem materiais diferentes dos tradicionalmente conhecidos, possuem um preço inicial mais alto que os sistemas de vedação convencionais. Pela falta de informação das vantagens e até pelo receio do que é “novo”, as construtoras e clientes não fazem uso dessas inovações para o setor da construção civil.

Portanto, por meio deste artigo é realizado um comparativo entre esses sistemas, tradicional e

¹ Bacharel em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo.

² Professor Doutor do Departamento de Engenharia Civil.

Rua Serynes Pereira Franco, nº 13, Pontal de Camburi, Vitória, ES – CEP: 29062-060. Email: ecalves1@yahoo.com.br; sauloaviana@gmail.com.

inovadores, visando mostrar que o produto final com a utilização dessas inovações tecnológicas, apresentam mais vantagens com menores custos do que com a utilização do sistema convencional, que apesar do custo inicial mais baixo o valor final da obra se torna mais elevado.

1.1 Objetivos

Busca-se neste trabalho elaborar uma análise comparativa de custo utilizando EPS, drywall e o bloco cerâmico, por meio do dimensionamento estrutural de três edificações com diferentes números de pavimentos. Busca-se com esta análise avaliar a viabilidade econômica desse tipo de vedação quando comparado o custo dos materiais e o custo do projeto estrutural em si, baseado no quantitativo de aço, forma e volume de concreto.

2 Materiais de Vedação

2.1 Sistema Monolite EPS

A ideia básica desse sistema consiste em atender num único produto exigências normativas de desempenho estrutural, impermeabilidade, conforto termo-acústico, melhor relação custo-benefício e simplicidade de execução (REVISTA TÉCNICA, ed. 37, 1998).

Os painéis com poliestireno expandido (EPS) surgiram num projeto italiano no início da década de 1980 por meio de uma empresa que se chamava Monolite, na ocasião denominaram o sistema como Método Monolite. Tal projeto foi elaborado para uma região que era exposta ao risco de abalos sísmicos e a grande variação de temperatura, com verões muito quentes e invernos muito rigorosos. Dessa forma o objetivo inicial era de criar uma estrutura monolítica que não desmoronasse e ao mesmo tempo proporcionasse um conforto térmico pra quem vivesse nessa habitação (REVISTA TÉCNICA, ed. 37, 1998).

O sistema Monolite é composto por um painel industrializado modular, pré-fabricado, leve, tipo “sanduíche”, com núcleo de EPS (detalhe 1 da Figura 1), reforçado com telas eletrossoldadas em suas duas faces (detalhe 2 da Figura 1), ligadas ao EPS por conectores de aço (detalhe 3 da Figura 1), recebe revestimento de concreto ou argamassa, que são aplicados nas obras (BERTOLDI, 2007, *apud* GUIMARÃES, 2009).

Além do painel simples mostrado na Figura 1, existem outros tipos de painéis, como o painel vazado, duplo, painel para laje e escada, porém, para a finalidade deste artigo, será utilizado para os cálculos apenas o painel simples de vedação. As principais

vantagens do painel do sistema Monolite de EPS são: a leveza, é um excelente isolante térmico, praticidade para instalar tubulações hidráulicas e elétricas, redução de desperdício na obra e facilidade e rapidez de montagem da parede. Tem como principais desvantagens seu custo inicial mais elevado em relação ao metro quadrado da alvenaria convencional e a falta de normas regulamentadoras do produto em si.

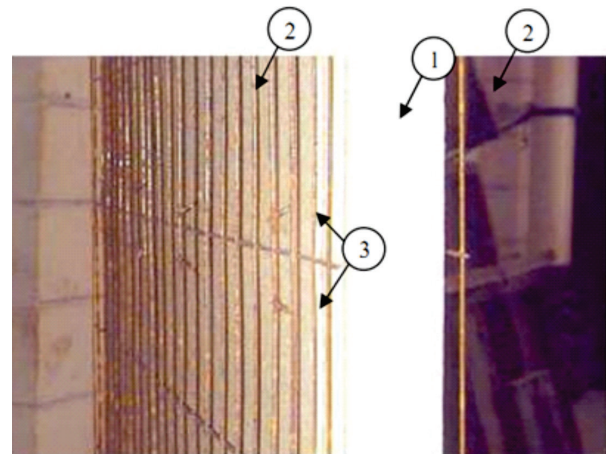


Figura 1 – Componentes do painel do sistema Monolite (BERTINI (2002)).

As etapas de montagem da parede com núcleo de painel Monolite são em sequência: fixação de arranques de aço em vigas e lajes durante o processo de concretagem, que serão os pontos onde o painel será fixado, fixação e montagem dos painéis, instalação de tubulações hidráulicas e elétricas e revestimento dos painéis.

2.2 Drywall

O drywall foi criado há mais de um século nos Estados Unidos e passou a ser utilizado regularmente há mais de 80 anos na Europa, assim quando chegou ao Brasil na década de 1970, já estava tecnologicamente desenvolvido (MARTINS FILHO, 2010).

O drywall é constituído de uma estrutura metálica leve em perfis de aço galvanizado, formada por guias e montantes, estes perfis tem a forma de “U” ou “C”. As guias são instaladas na horizontal e os montantes na vertical, encaixados dentro das guias (Figura 2). Nesses elementos são fixadas placas de gesso acartonado, em uma ou mais camadas. O tipo de chapa específico varia de acordo com o ambiente do imóvel. Para ambientes secos é usada a padrão (ST), de cor branca, para ambientes úmidos são utilizadas as chapas resistentes a umidade (RU), de cor verde, e para locais que necessitam de uma maior resistência ao fogo é usada a resistente a fogo (RF), na cor vermelho claro (Figura 3). Apesar da aparência frágil as chapas

de drywall são bastante resistentes. O gesso da placa proporciona a resistência à compressão e as lâminas de cartão a resistência à tração. A junção desses elementos num único produto o torna muito resistente. A produção das chapas de gesso deve seguir as seguintes normas técnicas: NBR 14715-1:2010: Requisitos, NBR 14715-2:2010: Métodos de ensaio. Para se obter uma melhor resistência acústica são colocadas lãs minerais entre as placas de gesso, como pode ser visto na Figura 2 (Associação Brasileira de Drywall, 2012).

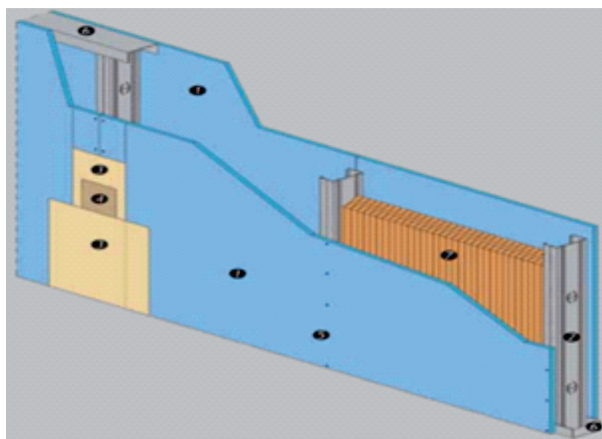


Figura 2 – Composição da parede drywall.

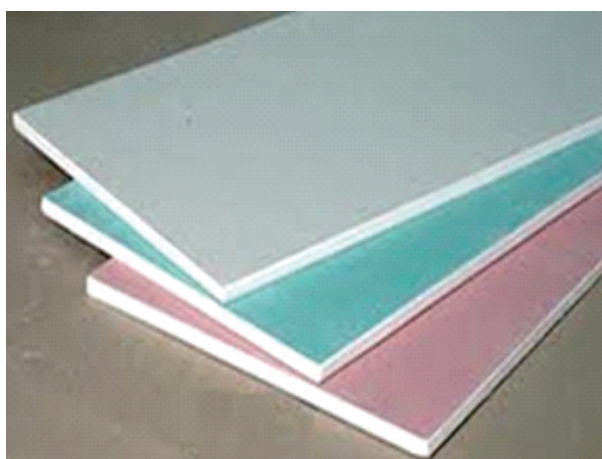


Figura 3 – Tipos de chapas de gesso acartonado.

Num edifício residencial ou comercial são utilizados dois tipos mais comuns de parede drywall: parede simples, que divide ambientes internos de um imóvel e a parede separativa, que faz a separação entre unidades autônomas e áreas comuns de uma edificação. O drywall tem como principais vantagens ser um produto leve, possui pequena espessura, evita perdas e desperdício de materiais, possibilita uma maior flexibilidade nos layouts dos imóveis, é fácil e rápido de se instalar e fazer instalação de tubulações hidráulicas e elétricas. Suas principais desvantagens em relação à alvenaria tradicional são: a necessidade

de se colocar reforços internos na parede para apoiar objetos mais pesados e seu custo unitário mais elevado que a alvenaria de bloco cerâmico.

As etapas de montagem da parede drywall são em sequência: marcação da parede no piso, corte e fixação das guias, corte e fixação dos montantes, instalação de tubulações elétricas e hidráulicas, fixação das chapas de gesso acartonado nas guias e montantes e acabamento final.

2.3 Bloco cerâmico

O bloco cerâmico de vedação é um objeto essencial de qualquer construção de alvenaria. A argila, que é seu componente básico, é utilizada pelo homem desde 4000 A. C., sendo assim um dos elementos mais antigos utilizados na construção civil. Porém, o bloco cerâmico teve sua importância relevada somente no século 17. Em 1666, um grande incêndio na cidade de Londres destruiu centenas de casas de madeira, esse fato alertou os ingleses a reconstruir as casas usando tijolos cerâmicos para que não houvesse uma perda tão significativa novamente. A partir daí o uso desse elemento construtivo passou a ser mais difundido no continente europeu (DANTAS e GALVÃO, 2006).

Segundo a NBR 15270-1:2005, os blocos de vedação podem ser classificados como comuns e especiais. Os blocos comuns são os de uso corrente, com as dimensões normais indicadas na tabela 1 desta norma. Os blocos de vedação especiais podem possuir dimensões diferentes do padrão, mediante contrato por escrito entre produtor e consumidor, porém as demais especificações contidas na norma NBR 15270-1:2005 devem ser respeitadas, principalmente a resistência mínima à compressão que é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1 – Resistência à compressão do bloco de vedação.

Posição dos furos	f_b MPa
Para blocos usados com furos na horizontal (Figura 1)	$\geq 1,5$
Para blocos usados com furos na vertical (Figura 2)	$\geq 3,0$

Fonte: NBR 15270-1:2005.

As principais vantagens da utilização de bloco cerâmico como material de vedação em relação aos sistemas inovadores são: sua elevada durabilidade, baixo custo unitário, facilidade de fabricação, é um bom isolante termo-acústico e não é necessário mão

de obra especializada para sua instalação. Tem como desvantagens seu elevado peso, perda de tempo para execução, alta produção de entulho e desperdício de materiais e dificuldade para instalação de tubulações hidráulicas e elétricas.

O processo para execução em obra de alvenaria de bloco cerâmico passa pelas fases de: locação da primeira fiada, elevação da alvenaria, instalação de tubulações hidráulicas e elétricas, execução de revestimento.

3 Metodologia

Para análise comparativa, foram modelados três projetos estruturais com arquiteturas diferenciadas. Através da modelagem estrutural, utilizou-se um software de dimensionamento estrutural (Cypecad 2010) para obter os quantitativos de cada projeto e fazer a análise comparativa.

A análise comparativa foi feita hora utilizando para vedação da estrutura o sistema de vedação de maior carga (bloco cerâmico) e posteriormente com o sistema mais leve (*drywall* associado ao painel Monolite de EPS), as dimensões são otimizadas e é feito o levantamento quantitativo de concreto, aço e fôrma.

4 Desenvolvimento

4.1 Características dos edifícios modelo

A Figura 4 mostra os três edifícios utilizados como modelo para o desenvolvimento deste trabalho.

O Edifício 1 é um prédio residencial com 10 pavimentos (incluindo a fundação), sendo 4 deles

pavimentos tipo. O Edifício 2 é uma edificação mista com 15 pavimentos, sendo 8 pavimentos tipo. O Edifício 3 é residencial com 23 pavimentos, em que 15 desses são pavimentos tipo. A laje do pavimento térreo dos 3 edifícios não foi considerada nos cálculos, pois é apoiada diretamente sobre o solo, possuindo apenas uma armadura mínima para que não haja fissuração do concreto. Uma característica importante que deve ser observada no Edifício 1 que irá influenciar nos resultados, são as dimensões de seus pavimentos, que são muito maiores dos que nas demais edificações.

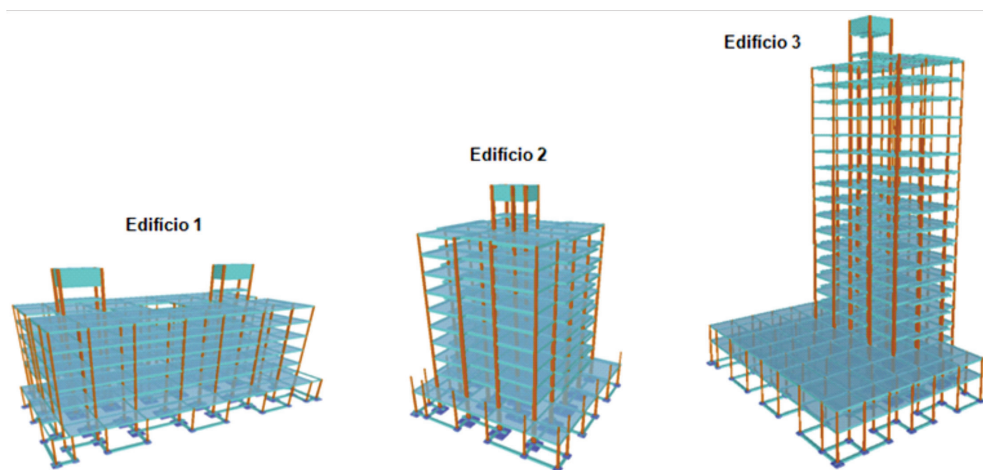
Foi adotado como elemento de fundação para os três prédios fundação direta, considerado para os fins deste artigo, por ter uma melhor representatividade de consumo de material em relação à carga do edifício.

4.2 Considerações de projeto

As considerações de projeto tais como cobertura mínima de armaduras no concreto armado, tipo de concreto adotado e as demais, foram estabelecidas de acordo com a NBR 6118:2007, sendo que foi adotada a classe de agressividade ambiental (CAA) número 2, que considera uma região urbana com agressividade moderada. As estruturas de concreto armado foram dimensionadas com a relação aço/concreto mais próximo dos limites estabelecidos pela norma, tornando a estrutura mais “enxuta” possível. Para as alvenarias, foram seguidos os preceitos preconizados pela NBR 13749:1996, NBR 15270-1:2005 e NBR 15270-3:2005.

4.2.1 Cargas utilizadas para cálculo

A composição das cargas usadas para cálculo foram retiradas da NBR 6120:1980 e catálogos de



Fonte: O próprio autor.

Figura 4 – Edifícios modelo.

fabricantes dos materiais. Os Quadros 1 e 2 mostram o resumo das cargas:

Quadro 1 – Cargas superficiais em lajes.

Valores das cargas superficiais adotadas	
Local	Carga (kN/m²)
Garagem	3
Dormitório, sala, copa, cozinha e banheiro	1,5
Despensa, área de serviço e lavanderia	2
Corredores sem acesso ao público	2
Corredores com acesso ao público	3
*Casa de máquinas	7,5
Terraços inacessíveis a pessoas	0,5

** Deve ser determinado em cada caso, porém com valor mínimo de 7,5 kN/m²*

Fonte: NBR 6 120:1980.

Quadro 2 – Cargas de cada material de fechamento.

Valores das cargas adotadas para cada material de fechamento	
Material	Carga (kN/m²)
*Alv. Externa Bloco Cerâmico	2,12
*Alv. Interna Bloco Cerâmico	1,93
*Alv. Painel Monolite EPS	1,2
Parede Drywall Separativa	0,44
Parede Drywall Corta-fogo	0,44
Parede Drywall Simples	0,22

**Já é considerada a carga da argamassa*

Fonte: O próprio autor.

4.2 Comparação entre custos unitários dos sistemas de vedação

O custo unitário da alvenaria de bloco cerâmico (R\$/m²) e da parede com painel Monolite EPS é composto pelos valores dos seus respectivos núcleos além de chapisco, emboço, reboco e mão de obra, sendo consideradas as duas faces da parede. O custo do drywall é composto pelos materiais e mão de obra para instalação. Os valores para instalação das paredes drywall foram fornecidos por uma empresa de Vila Velha, no ES, referente ao mês de janeiro de 2013. O custo do painel Monolite de EPS foi fornecido pela empresa Thermopor, localizada em Cariacica, no ES, referente ao mês de fevereiro de 2013. E os custos de chapisco, emboço, reboco e bloco cerâmico, foram retirados da tabela de custos referencias do Instituto de Obras Públicas do Estado do Espírito Santo (IOPES), do mês de novembro de 2012.

O Quadro 3 faz a comparação dos custos necessários para levantar 1m² das parede dos sistemas de vedação. A quarta coluna deste quadro, mostra percentualmente o quanto é investido a mais nos novos sistemas de vedação em relação à alvenaria de bloco cerâmico. Portanto, como pode ser observado o custo inicial para utilizar as inovações tecnológicas é mais elevado.

4.3 Comparação de cargas e custos referentes aos sistemas de vedação em cada edifício.

O Quadro 4 mostra os resultados encontrados e faz a comparação do levantamento de cargas que os sistemas de vedação aplicam diretamente sobre as estruturas de cada edifício. Também é mostrado neste quadro o quanto foi elevado o custo da vedação dos edifícios por utilizar os sistemas inovadores ao invés da tradicional alvenaria de bloco cerâmico.

Como pode ser observado nos três edifícios, a utilização do drywall associado à parede com núcleo de painel Monolite EPS reduz significativamente a carga que o sistema de vedação aplica diretamente sobre as estruturas dos prédios, comparado com a tradicional alvenaria de bloco cerâmico, variando a redução de carga de 72,62% a 78,50%. Observando-se a redução em cada edifício, nota-se uma proporcionalidade nos resultados em relação à quantidade de pavimentos, quanto maior for o edifício maior será a redução de carga na estrutura por utilizar os sistemas de drywall e parede com núcleo de painel Monolite EPS em relação alvenaria de bloco cerâmico.

Por meio do Quadro 4, observa-se também que a elevação do custo por utilizar os sistemas inovadores de vedação gira em torno de 20%, por tanto para se

Quadro 3 – Comparação entre os custos unitários dos sistemas de vedação:
Bloco cerâmico X Drywall e Parede com núcleo de painel Monolite EPS.

ELEMENTOS	Custo Mão de Obra + Material (R\$/m ²)	Diferença (R\$/m ²)	Porcentagem (%)
Alv. Bloco Cerâmico (externa) - 2X(chapisco+emboço+reboco)	89,40	30,12	33,69
Parede Painel Monolite EPS - 2X(chapisco+emboço+reboco)	119,52		
Alv. Bloco Cerâmico (interna) - 2X(chapisco+emboço+reboco)	87,72	0,28	0,32
Parede Drywall Simples com lã mineral, RU-RU,RU-ST, ST-ST	88,00		
Alv. Bloco Cerâmico (interna) - 2X(chapisco+emboço+reboco)	87,72	34,28	39,08
Parede Drywall Dupla Separativa com lã mineral	122,00		
Alv. Bloco Cerâmico (interna) - 2X(chapisco+emboço+reboco)	87,72	24,28	27,68
Parede Drywall Resistente a Fogo (RF), sem lã mineral	112,00		

Fonte: O próprio autor.

Quadro 4 – Comparação entre cargas e custos referentes aos sistemas de vedação de cada edifício.

	EDIFÍCIO 1		EDIFÍCIO 2		EDIFÍCIO 3	
SISTEMAS DE VEDAÇÃO						
	Alv. Convencional	Parede Drywall + EPS	Alv. Convencional	Parede Drywall + EPS	Alv. Convencional	Parede Drywall + EPS
Carga (tons)	1.536,813	420,770	1.641,732	426,944	2.030,216	436,565
Redução de carga (R\$)	1.116,043		1.214,788		1.593,651	
Redução de carga (%)	72,62%		73,99%		78,50%	
Custo (R\$)	663.431,10	801.010,79	709.318,95	873.181,93	876.911,72	1.015.072,29
Elevação do custo (R\$)	137.579,69		163.862,98		138.160,57	
Elevação do custo (%)	20,74%		23,10%		15,76%	

Fonte: O próprio autor.

implantar esses sistemas será necessário fazer um investimento inicial maior.

4.4 Comparação entre resultados estruturais nas três edificações

Depois de calculada as estruturas de cada um dos três edifícios inicialmente com o carregamento do sistema de vedação de maior carga (bloco cerâmico) e posteriormente com o sistema mais leve (drywall associado ao painel Monolite de EPS) – foi realizado o levantamento quantitativo de fôrma, concreto e aço (inclusive da fundação), que está resumido no Quadro 5, e em seguida realizado um comparativo dos resultados estruturais encontrados.

Os resultados mostram que há uma economia de materiais e custos nas estruturas de todos os edifícios, com a utilização de drywall e parede com núcleo de EPS. A redução do volume de concreto nas estruturas está nos três edifícios por volta de 8% a 9%, enquanto que a redução do peso de aço diminui com o aumento da quantidade de pavimentos dos edifícios, começando 43,55% no Edifício 1, que tem menos pavimentos, e

terminando com 17,16% no Edifício 3. A economia tão elevada de aço e menor de volume de concreto é justificada pelo critério utilizado para dimensionar as estruturas, que tinha a intenção de fazê-las as mais esbeltas possíveis, com a taxa da relação aço/concreto nas seções dos elementos estruturais mais próximas dos limites máximos estabelecidos pela norma, assim com a redução da área de concreto na seção aumenta a área de aço, justificando tais resultados. A maior economia de aço nos três edifícios acontece nos pavimentos tipo, como o Edifício 1 tem tais pavimentos com maiores dimensões e devido o critério de dimensionamento explicado anteriormente, isso fez com que ele tivesse uma redução de aço bem mais elevada do que nos outros dois edifícios.

Para este artigo em questão, conclui-se que quanto maior a edificação, menor será a economia estrutural (em termos percentuais) por utilizar o sistema de vedação de drywall e EPS em relação à estrutura que usou o sistema convencional de bloco cerâmico. Não foi encontrada uma proporcionalidade em relação ao consumo de formas nas edificações, em que as mesmas tiveram uma economia quase insignificante, o que era

Quadro 5 – Comparação entre resultados de insumos e custos estruturais de cada edifício.

EDIFÍCIO 1			EDIFÍCIO 2		EDIFÍCIO 3	
ESTRUTURA						
	Alv. Convencional	Parede Drywall + EPS	Alv. Convencional	Parede Drywall + EPS	Alv. Convencional	Parede Drywall + EPS
Fôrma						
Área (m ²)	7.120,31	6.923,84	7.740,44	7.467,25	13.264,29	13.099,13
Redução de área (m ²)	196,470		273,190		165,160	
Redução de área (%)	2,76%		3,53%		1,25%	
Custo (R\$)	93.560,87	90.979,26	101.709,38	98.119,67	174.292,77	172.122,57
Economia (R\$)	2.581,61		3.589,71		2.170,20	
Concreto						
Volume (m ³)	886,34	807,59	1.048,93	954,71	1.757,61	1.612,97
Redução de vol. (m ³)	78,750		94,220		144,640	
Redução de vol. (%)	8,88%		8,98%		8,23%	
Custo (R\$)	230.448,40	209.973,40	272.721,80	248.224,60	456.978,60	419.372,20
Economia (R\$)	20.475,00		24.497,20		37.606,40	
Aço						
Peso (kg)	188.349,90	106.701,68	293.054,62	228.876,02	794.995,22	658.572,95
Redução de peso (kg)	81.648,220		64.178,600		136.422,270	
Redução de peso (%)	43,35%		21,90%		17,16%	
Custo (R\$)	565.049,70	320.105,04	879.163,86	686.628,06	2.384.985,66	1.975.718,85
Economia (R\$)	244.944,66		192.535,80		409.266,81	
Economia Total (R\$)	268.001,27		220.622,71		449.043,41	

Fonte: O próprio autor.

Quadro 6 – Cargas de locação.

CARGA DE LOCAÇÃO						
EDIFÍCIO 1			EDIFÍCIO 2		EDIFÍCIO 3	
	Alv. Convencional	Parede Drywall + EPS	Alv. Convencional	Parede Drywall + EPS	Alv. Convencional	Parede Drywall + EPS
Carga (tons)	4.677,22	3.550,39	5.439,51	4.065,29	8.706,10	6.947,30
Redução de carga (tons)	1.126,83		1.374,22		1.758,80	
Redução de carga (%)	24,09%		25,26%		20,20%	

Fonte: O próprio autor.

esperado, pois as estruturas não podem se diferenciar tanto assim uma da outra, mesmo com carregamentos tão diferentes.

4.5 Comparativo de cargas na fundação

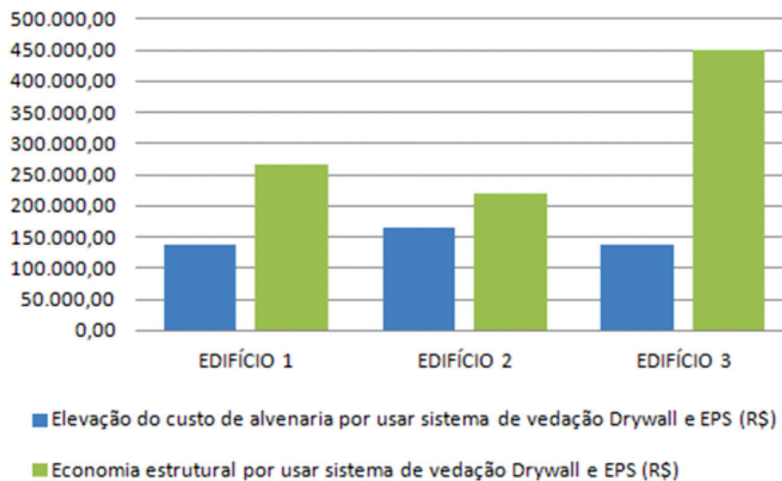
Foi realizado um levantamento quantitativo de cargas que cada edifício aplica na fundação. O quadro 6 mostra resumidamente esse levantamento e uma comparação feita entre os edifícios com cada um dos sistemas de vedação estudados nesse trabalho.

Como pode ser observado houve uma redução significativa de carga na fundação em todos os edifícios por utilizarem os sistemas de vedação mais leves e modernos. A média de redução dos três edifícios foi de 23,18%. Dependendo da situação do solo e da carga que um prédio aplicar no mesmo, essa diferença pode mudar a decisão do tipo de fundação que será usada.

Podendo-se trocar de fundação indireta, que pode se tornar um processo mais complicado e caro para ser executado, devido à necessidade de cravação de estacas, para fundação direta com uso de sapatas, que é um método que pode ser mais simples e barato.

4.6 Análise de viabilidade de utilização dos sistemas de vedação inovadores

O gráfico da Figura 5 analisa a viabilidade de utilização dos sistemas de *drywall* e parede com núcleo de painel Monolite EPS substituindo a tradicional alvenaria de bloco cerâmico, em cada um dos três edifícios estudados. É realizada a comparação do quanto se gastou a mais investindo nos sistemas de vedação inovadores (Drywall e EPS) com o quanto se economizou na estrutura por estar utilizando-se tais sistemas, que são mais leves que o tradicional.



Fonte: O próprio autor.

Figura 5 – Gráfico de análise de viabilidade.

Como pode ser observado no gráfico nos três edifícios houve um saldo positivo, em que o quanto se economizou com estrutura supera o investimento inicial mais elevado feito nos sistemas de vedação inovadores. Nos Edifícios 1, 2 e 3, os saldos são respectivamente R\$ 127.655,58, R\$ 56.759,73 e R\$ 310.882,84. Nota-se que apesar da economia estrutural percentual do Edifício 3 ter sido a menor (item 4.4), em valores reais é a maior dos três edifícios. Portanto, conclui-se que a economia estrutural além de viabilizar a utilização dos sistemas de vedação inovadores, fez com que o custo final das obras fosse reduzido.

5 Conclusões

Inicialmente, através de pesquisas e comparações, verificou-se que o custo inicial para implantação dos sistemas de vedação drywall e parede com núcleo de painel Monolite EPS é mais elevado do que alvenaria de bloco cerâmico. É necessário um investimento a mais numa obra em torno de 20%.

Por meio do levantamento de carga dos sistemas de vedação, observou-se que quanto maior for o edifício maior será a redução de carga aplicada na estrutura pelo sistema de vedação drywall e EPS em relação à alvenaria convencional.

Foi constatada uma redução de carga total média aplicada no solo nos três edifícios de 23,18%. Dependendo da situação do solo e da carga que um prédio aplicar no mesmo, essa diferença pode mudar a decisão do tipo de fundação que será usada.

Por meio dos resultados estruturais percebeu-se que há uma economia considerável de custos e materiais

em todas as três edificações. Foi observado que quanto maior o edifício menor será a economia estrutural (em termos percentuais) por utilizar os sistemas inovadores de vedação comparados à estrutura com alvenaria convencional.

Em todos os três casos, a economia obtida com a estrutura, além de viabilizar a utilização do drywall e painel Monolite EPS, que são inicialmente mais caros, gera uma redução no custo final da obra.

Todos esses resultados aliados às vantagens desses produtos os tornam bem atrativos para o mercado, o que impede sua disseminação é a falta de informação dos clientes, o conservadorismo da indústria da construção civil e talvez falta de alguns ensaios mais elaborados que comprovem a segurança e confiabilidade dos produtos.

6 Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DRYWALL. [S.I.]. Disponível em: <<http://www.drywall.org.br>>. Acesso em: 29 abril 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.
- _____. **NBR 6118**: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2007.
- _____. **NBR 6120**: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações – Procedimentos. Rio de Janeiro, 1980.
- _____. **NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 14715-1:** Chapas de gesso para drywall – Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 14715-2:** Chapas de gesso para drywall – Parte 2: Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 15270-1:** Componentes cerâmicos – Parte 1: Blocos Cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

BERTINI, Alexandre Araújo. **Estruturas tipo sanduíche com placas de argamassa projetada.** Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas). Escola de Engenharia de São Carlos, 2002.

BERTOLDI, Renato Hercílio. **Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

BLOCO CERÂMICO X DRYWALL. [S.I.]. Disponível em: <<http://www.dwdrywall.com.br>>. Acesso em: 7 fevereiro 2013.

CHAPAS DE GESSO ACARTONADO. [S.I.]. Disponível em: <<http://www.artgessocomercial.com.br>>.

Acesso em: 29 abril 2012.

COMPOSIÇÃO DRYWALL. [S.I.]. Disponível em: <<http://knauf.com.br/folder/paredes/>>. Acesso em: 2 maio 2012.

GUIMARÃES, Ângela Cristina Alves de Souza. **Análise comparativa de custos de alternativas tecnológicas para construção de habitações populares.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Católica de Pernambuco. Recife, Pernambuco: 2009. 180 p.

IOPES – Instituto de Obras Públicas do Espírito Santo. **Tabela referência de custos relativa ao mês de novembro de 2012.** Disponível em: <<http://siteiopes.no-ip.info/>>. Acesso em: 10 dezembro 2012.

MAMMINI, Osmar. **O processo Monolite de construção com painéis de EPS.** Revista Técnica. 37 ed. São Paulo, nov. 1998.

MARTINS FILHO, Luiz Antônio. **Sistema drywall atende à norma de desempenho.** [S.I.] Texto disponibilizado em 22 setembro 2010. Disponível em: <<http://www.drywall.org.br/artigos.php/1/45/sistema-drywall-atende-a-norma-de-desempenho>> Acesso em: 29 abril 2012.