

DESEMPENHO TÉRMICO, ACÚSTICO E ESTRUTURAL DO LIGHT STEEL FRAME, DRYWALL E PAREDE DE CONCRETO SEGUNDO NBR 15.575

Gustavo Cavallier (UNOCHAPECO) E-mail: gcavallier@unochapeco.edu.br
Marcelo Fabiano Costella (UNOCHAPECO e IMED) E-mail: costella@unochapeco.edu.br
Eligio Giongo (UNOCHAPECO) E-mail: eligio@unochapeco.edu.br
Silvio Edmundo Pilz (UNOCHAPECO) E-mail: silvio@unochapeco.edu.br

Resumo: O objetivo desse artigo é avaliar o desempenho térmico, acústico e estrutural dos métodos construtivos, light steel framing (LSF), drywall (gesso acartonado) e parede de concreto, comparando os resultados com os valores da norma de desempenho de edifícios habitacionais (NBR 15575). O método de pesquisa consistiu na busca de artigos com ensaios já realizadas nos quesitos desejados e a posterior comparação com as partes referentes da norma. Com os resultados pode-se observar que os métodos construtivos analisados conseguem atender, na maioria dos casos, um desempenho satisfatório (mínimo), principalmente o LSF e o drywall (ambos com determinadas configurações), enquanto as paredes de concreto têm dificuldade de atender o desempenho acústico interno em dormitórios e o desempenho térmico nas zonas bioclimáticas estudadas.

Palavras-chave: Norma de desempenho, sistema de vedações verticais, light steel framing, drywall, parede de concreto.

THERMAL PERFORMANCE, ACOUSTIC AND STRUCTURAL OF LIGHT STEEL FRAME, DRYWALL AND CONCRETE WALL ACCORDING TO NBR 15575

Abstract: The objective of this article is to evaluate the thermal, acoustic and structural performance of the Light Steel Framing (LSF), Drywall and Concrete Wall construction methods, comparing the results with the residential building performance standard values (NBR 15575). The research method consisted of searching for articles that had already carried out tests for the desired questions, and then comparing their results with the relevant parts of the standard. The results reveal that, in most cases, the constructive methods under study have a satisfactory (minimum) performance, especially the LSF and drywall methods (both with certain settings). The concrete walls, however, have difficulties in meeting the internal acoustic performance standards of dormitories and the thermal performance standards of the bioclimatic zones under study.

Keywords: Performance standard vertical seals systems, light steel framing, drywall, concrete wall.

1. INTRODUÇÃO

A NBR 15.575-1 (ABNT, 2013a) estabelece os requisitos para desempenho de edifícios habitacionais. A norma tem como objetivo a melhoria do desempenho dos edifícios residenciais em relação a itens de acústica, térmica, saúde, garantias, estanqueidade, qualidade do ar, proteção contra incêndio, etc., tudo isso consequentemente interfere na qualidade de vida das pessoas.

Com o foco em melhorar o desempenho das construções residenciais brasileiras, a norma foi dividida em seis partes, a parte 4 será o foco da análise desse trabalho, a qual fala sobre os sistemas de vedações verticais internos e externos (SVVIE). Dentro dos SVVIE citam-se algumas técnicas construtivas que são relativamente novas no Brasil, por serem pouco usadas, que são o *light steel framing*, parede de concreto e o *drywall*.

As técnicas construtivas existentes e executadas no cenário brasileiro da construção civil estão desatualizadas no que diz respeito ao parâmetro internacional onde os métodos construtivos da parede de concreto e principalmente o drywall e o light steel framing já são

referências e são utilizados há mais de 100 anos (*drywall*) e 40 anos (*steel frame*) nos EUA e há 80 anos (*drywall*) e 20 anos (*steel frame*) na Europa.

O *light steel framing* é um sistema construtivo de perfis de aço galvanizado formado a frio, projetado para suportar as cargas da edificação e trabalhar em conjunto com outros subsistemas. É um sistema construtivo aberto pois permite a utilização de vários materiais. Normalmente são revestidos por placas de gesso acartonado. Apesar dos métodos serem semelhantes eles tem conceitos diferentes (CAMPOS; SOUZA, 2010).

O *drywall* é um sistema de vedação que ao contrário do *steel frame* não é estrutural, porém também utiliza aço galvanizado em sua sustentação só que com a necessidade de menor revestimento. É o sistema de vedação interno mais utilizado nos EUA e na Europa. Possui alta resistência mecânica e acústica (MEDEIROS, 2004).

O sistema parede de concreto é composto de paredes estruturais maciças de concreto moldadas *in-loco*, armadas com telas metálicas soldadas. Pode ser utilizado tanto para casas populares como para grandes edificações. O método consistente em concretar as paredes já com as aberturas para janelas, portas, sistema hidráulico e elétrico (NUNES, 2011).

Para uma possível execução deve-se saber se os sistemas construtivos atendem ao desempenho necessário. A NBR 15575-1 (ABNT, 2013a) em um dos seus itens regulamenta o desempenho mínimo necessário para os SVVIE (Sistemas de vedações verticais internas e externas) e entre os subitens existentes na norma, leva-se em consideração o térmico, acústico e estrutural.

Atualmente a utilização do concreto armado com alvenaria convencional e da alvenaria estrutural para obras residenciais, tanto populares como alto/médio padrão, são mais usuais. Porém, esses métodos construtivos não estão agilizando as obras e reduzindo os prazos de execução como os construtores desejam.

Caso as técnicas do gesso acartonado, steel frame e as paredes de concreto atendam aos requisitos de desempenho térmico, acústico e estrutural de acordo com a nova norma de desempenho, vem a ser uma alternativa mais rápida e racionalizada para a execução em nossa região, trazendo o aumento da produtividade, além de reduzir custos e tempo, desde que os desempenhos sejam comprovados posteriormente com ensaios locais.

Dessa forma busca-se avaliar os métodos construtivos (*light steel framing*, paredes de concreto e *drywall*) comparando com a norma de desempenho NBR 15575-1 (ABNT, 2013a) de acordo com estudos e ensaios já existentes em torno do desempenho térmico, acústico e estrutural.

2. NORMA DE DESEMPENHO – NBR 15575 E SEUS RESPECTIVOS ENSAIOS

2.1. DESEMPENHO TÉRMICO

A Figura 01 refere-se ao valor máximo diário da temperatura do ar interior de recintos com permanência prolongada (salas, dormitórios, etc), sem a presença de fontes internas de calor. Método de avaliação realizado através de simulação computacional.

Figura 01 - Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de verão e inverno

Nível de Desempenho	Critério - Verão		Critério - Inverno	
	Zona 1 a 7	Zona 8	Zona 1 a 7	Zona 8
M	$T_{Ma.I.} \leq T_{Ma.E.}$	$T_{Ma.I.} \leq T_{Ma.E.}$	$T_{Mín. I.} \geq (T_{Mi.E.} + 3^{\circ}C)$	

I	$T.Ma.I. \leq (T.Ma.E. - 2^{\circ}C)$	$T.Ma.I. \leq (T.Ma.E. - 1^{\circ}C)$	$T.Min. I. \geq (T.Mi.E. + 5^{\circ}C)$	Não precisa ser verificado
S	$T.Ma.I. \leq (T.Ma.E. - 4^{\circ}C)$	$T.Ma.I. \leq (T.Ma.E. - 2^{\circ}C)$ e $T.Mi.I. \leq (T.Min.E. + 1^{\circ}C)$	$T.Min. I. \geq (T.Mi.E. + 7^{\circ}C)$	

Legenda: T = Temperatura diária / Ma = máxima/ Mi = mínima/ I = interna/ E = externa

Fonte: Adaptado de NBR 15575-1 (ABNT, 2013a).

2.2.2. DESEMPENHO ACÚSTICO

As Figuras 02 e 03 apresentam valores de referência do índice de redução sonora ponderado para medições em laboratório de elementos, componentes e sistemas construtivos, utilizados em fachadas e em vedações entre ambientes.

Figura 02 - Índice de redução sonora ponderado, R_w , de fachadas

Classe de ruído	Localização da habitação	R_w [dB]	Nível de desempenho
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	≥ 25	M
		≥ 30	I
		≥ 35	S
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III	≥ 30	M
		≥ 35	I
		≥ 40	S
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação.	≥ 35	M
		≥ 40	I
		≥ 45	S

Fonte: NBR 15575-4 (ABNT, 2013b).

Figura 03 - Índice de redução sonora ponderado, R_w , de componentes construtivos utilizados nas vedações entre ambientes

Elemento	D_nT,w [dB]	Nível de desempenho
- Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como corredores e escadaria dos pavimentos.	35 a 39	M
	40 a 44	I
	≥ 45	S
- Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório. - Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria. - Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall (D_nT,w obtida entre as unidades).	45 a 49	M
	50 a 54	I
	≥ 55	S
- Parede entre unidades habitacionais autônomas, no caso em que pelo menos um dos ambientes é dormitório. - Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	50 a 54	M
	55 a 59	I
	≥ 60	S

Fonte: NBR 15575-4 (ABNT, 2013b).

2.2.3. DESEMPENHO ESTRUTURAL

O nível de desempenho recomendável para desempenho estrutural de vedações verticais internas com ou sem função estrutural, de acordo com a NBR 15575-4 (ABNT, 2013b), é

função de 5 medidas de energia de impacto de corpo mole (medido em Joules) e do critério de desempenho de: (1) Não ocorrência de ruína; (2) São admitidas falhas localizadas; (3) Não ocorrência de falha; (4) Não ocorrência de falhas com limitação dos deslocamentos horizontais; (5) Não ocorrência de falhas.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para essa pesquisa foram levantados dados de estudos e ensaios do desempenho térmico e acústico do light steel framing, paredes de concreto e drywall e também do desempenho estrutural do drywall (gesso acartonado) e do light steel framing. Os dados foram levantados de teses, dissertações, catálogos de fabricantes e artigos de revistas, principalmente nacionais. Os documentos relacionados a pesquisa foram obtidos utilizando palavras chave, como: steel frame, light steel framing, gesso acartonado, drywall, parede de concreto, desempenho acústico, desempenho térmico, desempenho estrutural, NBR 15575-1 e NBR 15575-4.

A pesquisa foi realizada em sites de periódicos de diversas universidades, porém contou com a ajuda de sites de associações, como CBCA (Centro Brasileiro da Construção em aço), CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção), ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), Associação do Drywall/IPT e também do Instituto Aço Brasil (antigo Instituto Brasileiro de Siderurgia). Dentre os documentos encontrados para realização das revisões bibliográficas foram utilizadas para os resultados as seguintes fontes: Sacht (2008), IPT/Cetac (2010), Isover (2010), Carvalho (2012), Associação Brasileira do Drywall (2012), Documentos de Avaliação técnica (DATec) emitidos em 2013 e 2014 e também os catálogos técnicos da Knauf (2014), Gypsum (2014) e Placo (2014).

Feito o levantamento dos dados de desempenho das vedações verticais (light steel framing, paredes de concreto e drywall), os mesmos foram comparados de acordo com as partes selecionadas da NBR 15575-1 (ABNT, 2013a) e NBR 15575-4 (ABNT, 2013b), figuras referenciadas na revisão bibliográfica, que foram de desempenhos térmico, acústico e estrutural das SVVIE, não realizando comparações entre os métodos, pois ocorrem influências de acordo com as regiões brasileiras e também internacionais. Os dados foram analisados de acordo com os níveis de desempenho que são indicados pela norma, como mínimo (M), intermediário (I) e superior (S) e foram apresentados nos resultados como figuras para que fosse possível realizar a comparação necessária com os desempenhos e valores encontrados nos estudos e documentos das técnicas construtivas.

4. RESULTADOS

4.1. ENSAIOS ACÚSTICOS

4.1.1. Desempenho acústico das paredes de drywall para fachadas

Através da análise dos seguintes catálogos técnicos (KNAUF, 2014; GYPSUM, 2014; PLACO, 2014) e comparação com a norma de desempenho estudada observou-se que todas as paredes utilizadas em fachadas conseguem atender ao desempenho desejado. Essas placas abrangem desde as de 108mm/48mm até 300mm/90mm (largura entre os montantes/espessura da parede) tanto com ou sem lã mineral.

4.1.2. Desempenho acústico do Drywall segundo a Associação Brasileira do Drywall

A Figura 04 refere-se ao desempenho das paredes entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação) em situações onde não há dormitório e onde, pelo menos,

um dos cômodos é dormitório. Os ensaios disponibilizados pela Associação Brasileira do Drywall (2012) foram realizados pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) entre 1996 até 2007.

Figura 04 - Desempenho acústico das paredes de drywall entre unidades habitacionais autônomas

Placa	Local Ensaio	Onde não haja dormitório			Local Ensaio	Onde pelo menos um ambiente é dormitório		
		45 a 49	50 a 54	≥ 55		50 a 54	55 a 59	≥ 60
		M	I	S		M	I	S
95/70/600/MS/1ST12,5+1ST12,5/sem isol.	Coz/Sala Coz\AS	38			-	-	-	
73/48/600/MS/1ST12,5+1ST12,5/ sem isol.	Coz/Sala Coz/AS	36			-	-	-	
73/48/600/MS/1ST12,5+1ST12,5/com isol./1LM50	Ban/Ban	44			Dor/Sala,Dor/Dor, Dor/Ban	44		
98/48/600/MS/2ST12,5+2ST12,5/ com isol./1LM50	Coz/AS, Coz/Sala Ban/Ban		50		Dor/Sala,Dor/Dor, Dor/Ban	50		
120/70/600/MS/2ST12,5+2ST12,5/ com isol./1LM50	Und. Habit. autônoma		51		Dor/Sala,Dor/Dor, Dor/Ban	51		
95/70/600/MS/1ST12,5+1ST12,5/ com isol./1LM50	Ban/Ban	45			Dor/Sala,Dor/Dor, Dor/Ban	45		
115/90/600/MS/1ST12,5+1ST12,5/ com isol./1LM50	Ban/Ban	45			Dor/Sala,Dor/Dor, Dor/Ban	45		

Legenda: 193: espessura total da parede (mm); 70: largura dos montantes (mm); 600: espaçamento entre os montantes (mm); MS: montante simples; DES: dupla estrutura separada; 2 ST 12,5: número, tipo e espessura de chapa de um lado; 2 ST 12,5: número, tipo e espessura de chapa do outro lado; BR: borda rebaixada; LM 50: lâ mineral e espessura da manta ou painel.

Fonte: Associação Brasileira do Drywall (2012)

Pode-se observar que para atingir o desempenho necessário tanto para unidades onde tenham dormitório ou não (paredes internas), devem-se utilizar paredes maiores e ainda assim recorrer para o uso de lâs minerais entre as placas de drywall.

4.1.3. Desempenho acústico de painéis pré-moldados maciços de concreto armado para execução de paredes

Foi realizado ensaio em laboratório do índice de isolamento sonora ponderado (Rw) de parede cega com uma espessura de 10 cm. Os valores de ensaios de campo (DnT,w e D2m,nT,w) dependem das condições de contorno e execução dos elementos construtivos e tipicamente são inferiores aos de laboratório (Rw).

Para as paredes pré-moldadas de fachadas o ensaio alcançou 46dB, sendo que o mínimo da norma seria 25dB e o máximo 35dB, tendo obtido desempenho máximo para as três classes de ruído.

Nos resultados de ensaio do desempenho acústico dos painéis pré-moldados de paredes de geminação, no caso de paredes de geminação entre unidades autônomas, sendo um dos ambientes um dormitório, e as paredes cegas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, (home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas), ambas não atenderam aos critérios de desempenho mínimo de acordo com a NBR

15575-4.

Nos ensaios acústicos de painéis de concreto armado percebe-se o mesmo problema dos citados para as paredes de drywall. O sistema consegue atender ao desempenho mínimo de paredes externa,s mas não consegue atender ao desempenho mínimo de paredes internas onde há ambiente dormitório.

4.1.4. Desempenho acústico do Light Steel Frame com diferentes tipos de fechamentos

Foram realizados ensaios para verificar o índice de isolamento sonora das paredes de fachadas e das paredes de geminação, e para isso foram utilizados fechamentos com chapas de OSB (Oriented Strand Board), que são painéis de tiras de madeira orientadas e siding vinílico, que são revestimentos de PVC para a parte externa, gesso para paredes de geminação com placa cimentícia na parte externa e também SmartSide Panel (externa) com drywall na parede de geminação.

Em relação ao desempenho acústico do LSF com diferentes tipos de fechamentos, foram analisados o Gesso e o OSB nas paredes entre unidades, os quais tiveram um valor de R_w de 51 e 47 (dB) respectivamente sendo que para ambos, o desempenho mínimo segundo a Norma NBR 15575-4 é de 45 dB. Já para as paredes de fachadas, analisaram-se 3 materiais (OSB+Siding Vinílico, Placa Cimentícia, e SmartSide Panel) os quais obtiveram valores de 39, 50 e 39 (dB) respectivamente, e para estes, o desempenho mínimo era de 30 dB.

4.2. ENSAIOS ESTRUTURAIS

4.2.1. Desempenho estrutural do sistema construtivo a seco Saint-Gobain – Light Steel Frame

A análise do desempenho estrutural do sistema construtivo foi feita pela análise do projeto estrutural e pela análise dos resultados de ensaios de verificação da resistência da parede aos impactos de corpo mole, impactos de corpo duro, aos esforços de compressão excêntrica e sollicitação de peças suspensas.

Os resultados foram obtidos através da análise dos documentos de avaliação técnica (DATec) e foram satisfatórios. É importante destacar o ensaio de corpo duro, e os ensaios de peças suspensas onde o resultado também foi satisfatório para as forças de 23 kgf por peça e 11,5 kgf por ponto.

4.3. ENSAIOS TÉRMICOS

4.3.1. Desempenho térmico de painéis pré-moldados maciços de concreto armado para execução de paredes, e do sistema construtivo a seco Saint-Gobain – Light Steel Frame

Através de simulação computacional foi avaliado o desempenho térmico dos painéis pré-moldados maciços de concreto armado e do sistema construtivo Light Steel Frame, considerando as oito zonas bioclimáticas brasileiras constantes da NBR 15220, prevista com uma cobertura de laje de concreto de 9 cm e telhado de telhas cerâmicas para os painéis pré moldados, e para o LSF foi considerado para a absorvância a radiação solar da superfície externa das paredes: 0,3 (cores claras), 0,5 (cores médias) e 0,7 (cores escuras). além disso o isolante térmico utilizado foi lã de vidro com uma camada de isolante sobre forro de 50 mm (2).

Os resultados são baseados nas diretrizes do SiNAT e a Figura 05 refere-se a simulação da avaliação do desempenho térmico das zonas bioclimáticas mais próximas da região de Chapecó/SC que são as zonas bioclimáticas 2 e 3.

Figura 05 - Simulação do desempenho térmico em painéis pré-fabricados de concreto(*) e Simulação do desempenho térmico do LSF(**)

Zonas Bioclimáticas	Cor do acabamento externo das paredes de fachadas			
	Condição padrão (a)(3)	Com sombreamento (b)(4)	Com ventilação (c)(5)	Com sombreamento e ventilação (6)
*2	Claras	Qualquer cor (d)	Qualquer cor (d)	Qualquer cor (d)
*3	Não atende	Claras	Claras	Qualquer cor (d)
**2	Não atende	Claras ou médias	Não atende	Claras ou médias
**3	Não atende	Claras ou médias	Não atende	Claras ou médias

Nota:

(a) Condição padrão: ambientes com ventilação somente por infiltração através de frestas em janelas e portas, a uma taxa de uma renovação do volume de ar do ambiente por hora (1,0 Ren/h) e janelas sem sombreamento;

(b) Condição de sombreamento: proteção solar externa ou interna que impeça a entrada de radiação solar direta ou reduza em 50% a incidência da radiação solar global no ambiente;

(c) Condição de ventilação: ambiente ventilado a uma taxa de cinco renovações do volume de ar do ambiente por hora (5,0 Ren/h);

(d) Recomenda-se não utilizar cores excessivamente escuras.

(1) Em todas as condições é considerado projeção horizontal do beiral de 600 mm e isolante térmico de 50 mm no interior das paredes, em todo o perímetro externo da habitação.

(2) Lã de vidro com 12 kg/m³, com condutividade térmica da ordem de 0,04 W/m.K.

(3) Ambiente com ventilação somente por infiltração através de frestas em janelas e portas, a uma taxa de 1,0 Ren/h (uma renovação do volume de ar do ambiente por hora) e janelas sem sombreamento.

(4) Janelas com proteção solar externa ou interna, como brises, cortinas, ou outros elementos, que impeçam a entrada de radiação solar direta ou reduzam em 50% a incidência da radiação solar global no ambiente.

(5) Ambiente ventilado a uma taxa de 5,0 Ren/h (cinco renovações do volume de ar do ambiente por hora).

(6) Com as duas opções anteriores.

Fonte: DATec N° 007-A (2014) e DATec N° 014 (2013)

4.4 RESUMO DO DESEMPENHO DOS SISTEMAS ESTUDADOS

As Figuras 06, 07 e 08 expõem o resumo dos resultados de desempenho do LSF, drywall e das paredes de concreto, respectivamente, seguido da descrição.

Em relação à Figura 06, relacionada ao LSF:

- Desempenho estrutural: Não atendeu apenas sobre os montantes com Drywall, pois os montantes com OSB que utilizam Siding Vinílico sobre a placa de madeira servem de contraventamento da estrutura.
- Desempenho acústico: Atendeu para todos os casos, porém temos que utilizar as placas especificadas para cada local, as placas das fachadas devem ser diferentes das internas.
- Desempenho térmico: Atende aos desempenhos utilizando cores claras nas fachadas da edificação. Para a zona bioclimática 3 deve-se ainda ser com sombreamento e ventilação.

Figura 06 – Resumo do desempenho do LSF

Desempenho	Light Seal Frame			
	Com OSB e Siding		C/ Drywall	
	Montante	Entre montante	Montante	Entre montante
Estrutural				

	Atende	Não atende	Atende
Acústico	Fachadas	Internas	
	Atende		
Térmico (a)	Zona Bioclimática 2	Zona bioclimática 3	
	Cores claras	Cores claras (b)	
Notas: (a) Com OSB e Siding (b) Com sombreamento e ventilação			

Fonte: Elaboração do autor

Em relação à Figura 07, relacionada ao Drywall:

- Desempenho estrutural: Ensaio sobre o Drywall atende ao desempenho necessário, foi ensaiado juntamente com o LSF.
- Desempenho acústico: Para fachadas podemos utilizar diversos tipos e tamanhos de placas, mas para parede de geminação devemos utilizar placas mais espessas com lã mineral (vários tipos) ou placa sobre placa.
- Desempenho térmico: Atende ao desempenho desejado utilizando lãs mineiras.

Figura 07 – Resumo do desempenho do Drywall

Desempenho	Drywall		
Estrutural	Atende (c)		
Acústico	Fachadas	Internas	
	Atende	Sem dormitório	Com dormitório
		Placa > 95/70 com 1 ST	Plca > 98/48 com 2 ST
Térmico	Atende (d)		
Notas: (c) Ensaiado com LSF (d) Com lãs minerais			

Fonte: Elaboração do autor

Figura 08 – Resumo do desempenho da Parede de Concreto

Desempenho	Parede de concreto										
Estrutural	Atende										
Acústico	Fachadas				Internas						
	Atende				Sem dormitório		Com dormitório				
					Atende		Não atende (e=10cm)				
Térmico	Simulação				Ensaio						
	Verão		Inverno		Verão		Inverno				
	ZB2	ZB3	ZB2	ZB3	ZB2	ZB3	ZB2	ZB3			
	Não Atende		Atende		Não atende		Claros/ médias		Cores Claras		Não Atende

Fonte: Elaboração do autor

Em relação à Figura 08, relacionada à parede de concreto:

- Desempenho estrutural: Não foi analisado na pesquisa.
- Desempenho acústico: Para fachadas consegue atender ao desempenho, porém para paredes internas onde há dormitório não conseguiu atender com uma parede de espessura de 10 cm, sendo assim deve-se analisar para aumentá-la se possível.
- Desempenho térmico: Com a simulação conseguiu atender apenas na ZB2. Com os ensaios atendeu apenas no verão utilizando cores claras.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo como objetivo avaliar o desempenho térmico, acústico e estrutural das diferentes técnicas construtivas, através de ensaios em comparação com a norma, conclui-se que na maioria dos casos os métodos construtivos conseguem atender pelo menos ao desempenho mínimo, mas para que isso seja possível deve-se saber como combinar o sistema que deseja utilizar com o local, função, cores envolvidas nesse processo, entre outros fatores que estão envolvidos direta e indiretamente no desempenho.

As placas de drywall ensaiadas atenderam aos desempenhos desejados no quesito fachadas para as três classes de ruídos, mas para a utilização entre paredes divisórias de unidades deve-se escolher placas mais espessas ou com maior largura entre placas. É possível também utilizar placas espessas e levar em consideração o uso das lâs minerais (lã de vidro, lã de rocha, lã de pet, etc.), pois elas influenciam positivamente no desempenho tanto térmico quanto acústico.

O sistema construtivo Light Steel Frame (LSF) conseguiu se mostrar útil em todos os casos, pois atingiu desempenho necessário estruturalmente falando, sendo que no ensaio estrutural, o LSF foi empregado junto com as placas de OSB revestidas com o drywall, ou só com o drywall. No desempenho térmico e acústico, usa-se o mesmo associado a diferentes tipos de placas (drywall, OSB, placas cimentícias, etc), pois elas conseguem atender aos desempenhos, com o cuidado de que, para atender ao desempenho térmico, deve-se associar as fachadas as cores necessárias (cores claras ou médias) que melhor se enquadram para as determinadas zonas bioclimáticas.

As paredes de concreto no desempenho acústico conseguem atender ao desempenho mínimo para as fachadas e também para as unidades autônomas onde não haja dormitório, mas onde há dormitório o desempenho deve ser maior e no ensaio de campo não foi atingido o valor necessário. No desempenho térmico o estudo da zona bioclimática que está presente Chapecó/SC (zona 3), que foi representada por Florianópolis, não atendeu nenhum desempenho mínimo, tanto no verão como no inverno. Para a zona bioclimática 2 que são todas as cidades ao redor de Chapecó e partes do RS e PR, consegue-se ter um desempenho bom no verão utilizando um concreto específico, com peso específico superior a 1600 kg/m³ e com 10 cm de largura da parede, e um desempenho ainda melhor no inverno utilizando vários tipos de concreto e espessura.

As técnicas construtivas citadas nesse trabalho conseguem trazer mais agilidade e produtividade para a construção, pois seus processos industrializados trazem os materiais praticamente prontos para a obra, restando apenas a execução que, muitas vezes, fica por conta do fornecedor do material. Sabe-se que as técnicas atingem os desempenhos desejados sendo associadas corretamente dentro de um projeto, com alteração dos fatores citados anteriormente, tipo de laje, largura e cor das paredes, entre outros. Resta apenas que elas saibam ser utilizadas para alavancar a produção, a diminuição de custos e a aprovação para obras financiadas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1 – Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2013a.

_____. NBR 15575-4 – Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, 2013b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL. **Desempenho acústico em sistemas drywall**. São Paulo: Associação Brasileira do Drywall. 2012.

CAMPOS, H. C.; SOUZA, H. A. de. **Avaliação pós-ocupação de edificações estruturadas em aço, focando edificações em *light steel framing***. São Paulo, 2010.

CARVALHO, P. P. **Desempenho térmico de habitações unifamiliares de interesse social com paredes de concreto armado na zona bioclimática2 brasileira**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal Santa Maria, Rio Grande do Sul – 2012.

DATEC (Documento de Avaliação técnica) N° 007-A. São Paulo: IPT, 2014.

_____. N° 014. São Paulo: IPT, 2013.

GYPSUM DRYWALL. **Tabela de desempenho**. Rio de Janeiro: GypsumDrywall. 2014.

ISOVER SAINT-GOBAIN. **Catálogo Wallfelt – Isolação para paredes de gesso**. São Paulo: Isover Saint-Gobain. 2010.

INSTITUTO DE PESQUISAS TÉCNOLÓGICAS (IPT). Relatório de ensaio n°1013 475-203. São Paulo: IPT. 2010a.

_____. Relatório de ensaio n°1005 897-203. São Paulo: IPT. 2010b.

_____. Relatório de ensaio n°1007 098-203. São Paulo: IPT. 2010c.

KNAUF DRYWALL. **Folheto Técnico Paredes Knauf – Soluções que sustentam a qualidade do seu projeto**. Rio de Janeiro: Knauf Drywall. 2014.

MEDEIROS, R. de C. F. de. **Avaliação de desempenho de vedações verticais internas em chapas de gesso acartonado frente à ação da umidade**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo – 2004.

NUNES, V. Q. G. **Análise estrutural de edifícios de paredes de concreto armado**. 2011. 31 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Universidade de São Paulo, São Carlos – 2011.

PLACO SAINT-GOBAIN. **Catálogo Placo Phonique – Solução acústica para seu conforto e tranquilidade**. Mogi das Cruzes: Placo Saint-Gobain. 2014.

SACHT, H. M. **Painéis de vedação de concreto moldados *in loco*: avaliação de desempenho térmico e desenvolvimento de concreto**. 2008. 58 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Carlos – 2008.