

ITeCons

Instituto de Investigação e Desenvolvimento
Tecnológico em Ciências da Construção



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Divisórias de compartimentação leves

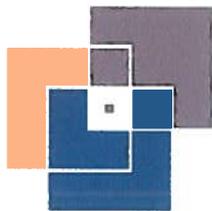
Requerente:

Gyptec Ibérica – Gessos Técnicos, SA
Projecto Vale I&DT, com a ref.^a 23410

RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO APLICADA

(RIA015/13)



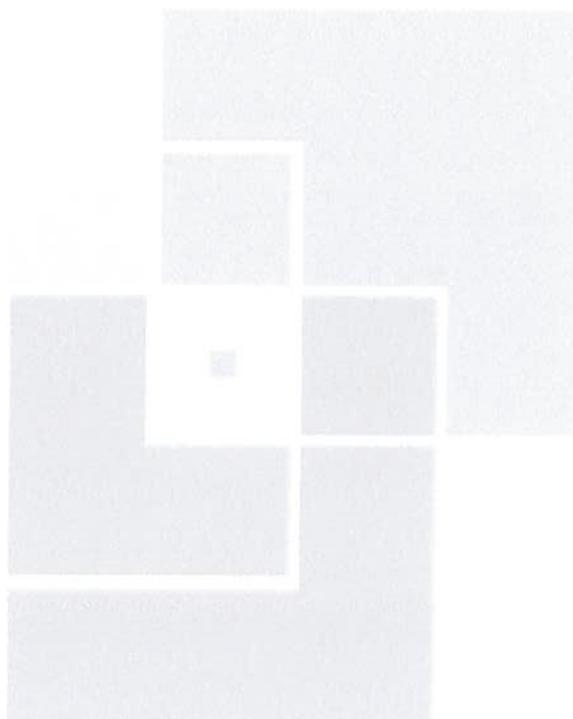
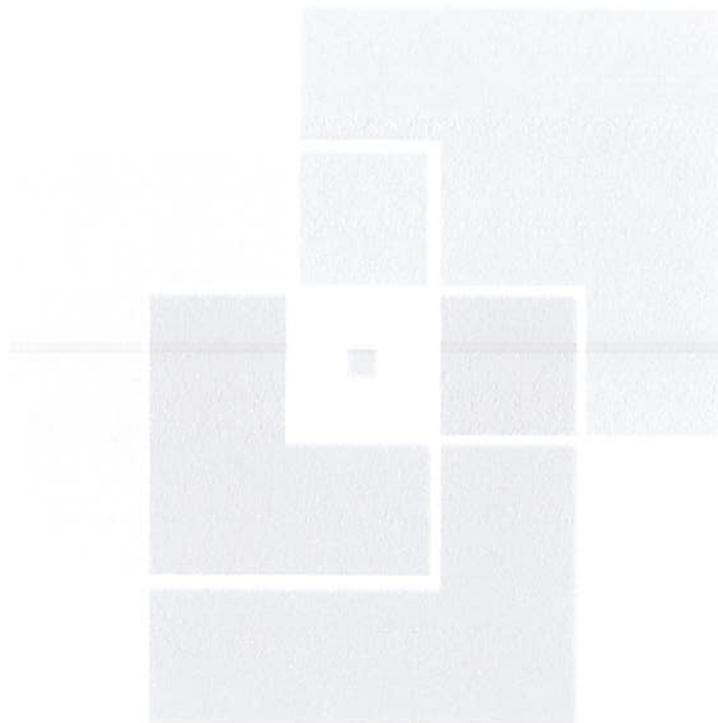


ITeCons

Instituto de Investigação e Desenvolvimento
Tecnológico em Ciências da Construção



UNIVERSIDADE DE COIMBRA





Relatório de Investigação Aplicada

Divisórias de compartimentação leves

1 - Enquadramento e âmbito do presente relatório

O presente relatório surge no âmbito do projecto "Divisórias de compartimentação leves", desenvolvido no ITeCons por solicitação da empresa Gyptec Ibérica – Gessos Técnicos, SA, no âmbito do projecto Vale I&DT com a referência 23410.

A Gyptec Ibérica – Gessos Técnicos, SA, é uma empresa de capital nacional, inserida no Grupo Preceram, que se dedica à produção de placas de gesso laminado, através de métodos não poluentes e ambientalmente sustentáveis, desde 2009. Esta instituição foi criada com o intuito de dar resposta ao mercado ibérico, através do fornecimento de gesso laminado, um material com crescente procura.

Nos últimos anos esta empresa tem vindo a investir de forma continuada no desenvolvimento de soluções de compartimentação optimizadas em termos de desempenhos acústico, térmico e energético, tentando cada vez mais reduzir a espessura destas soluções, como forma de optimizar o espaço útil no interior dos edifícios, bem como de tentar melhorar os custos de produção.

Pretende-se, com este projecto, a optimização de sistemas de divisórias, tanto no que diz respeito ao processo de fabrico dos componentes, como ao nível dos desempenhos térmico e acústico, do manuseamento e da aplicação.

Neste âmbito, um dos objectivos deste programa de investigação aplicada passa por definir todos os elementos necessários à garantia da máxima amplitude de aplicações do sistema construtivo, pormenorizar esses mesmos elementos, bem como as ligações entre eles, e o consequente desenvolvimento de um catálogo de sistemas construtivos com desempenho optimizado. Serão caracterizados mecânica, acústica e higrotermicamente elementos do sistema. Será ainda avaliado o desempenho de diversas soluções integradas de compartimentação.

Por fim, este projecto permitirá desenvolver um guia de boas práticas construtivas, em que são apresentados ao utilizador os métodos construtivos mais adequados, a forma de evitar erros de aplicação de soluções que comprometam o desempenho das mesmas.

O presente relatório inicia-se pela caracterização de placas de gesso laminado, apresentando alguns ensaios de caracterização higrotérmica, acústica e mecânica, pela seguinte ordem:

- Determinação da condutibilidade térmica de placas de gesso laminado (Capítulo 2);

PF



- Determinação da estabilidade dimensional, em condições definidas de temperatura e humidade, de placas de gesso laminado (Capítulo 3);
- Determinação laboratorial (em câmara reverberante) da absorção sonora de placas de gesso laminado (Capítulo 4);
- Determinação da resistência à flexão de placas de gesso laminado (Capítulo 5);

Com o objectivo de otimizar os sistemas de divisórias foram também caracterizados mecânica e termicamente algumas soluções de compartimentação, constantes nos capítulos seguintes:

- Ensaio laboratorial de caracterização mecânica de divisórias de compartimentação leves (Capítulo 6);
- Determinação do coeficiente de transmissão térmica de divisórias de compartimentação leves (Capítulo 7).

Por fim, no Capítulo 8, é apresentado um breve resumo acerca do manual técnico de apoio à aplicação de sistemas de divisórias de gesso laminado, o qual foi também desenvolvido no âmbito deste projecto Vale I&DT. O manual técnico inclui a definição e caracterização dos diferentes elementos que constituem os sistemas de divisórias, a caracterização dos próprios sistemas e um guia de boas práticas a ter em consideração durante as operações de transporte, manuseamento, armazenamento e aplicação de todos os elementos necessários à construção de divisórias. O manual é integralmente apresentado em anexo a este documento (ver Anexo I).

2 - Determinação da condutibilidade térmica de placas de gesso laminado

As placas de gesso laminado, também conhecidas como placas de gesso cartonado, são um produto cada vez mais utilizado na construção de divisórias interiores. Estas são fabricadas industrialmente mediante um processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de cartão, de modo a cumprir a Norma EN 520:2004+A1:2009 [1], apresentando-se sob a forma de placas rectangulares com espessuras e dimensões variáveis.

A Gyptec fabrica, actualmente, quatro tipos de placas: Placa A (standard), Placa H (hidrófuga), Placa F (anti-fogo) e Placa D (alta dureza).

Neste capítulo, apresenta-se uma breve descrição da metodologia de ensaio para a determinação da condutibilidade térmica de placas de gesso laminado, bem como os resultados obtidos neste tipo de ensaios.



2.1 - Metodologia do ensaio laboratorial

A condutibilidade térmica é a quantidade de calor por unidade de tempo que atravessa uma superfície de área unitária do elemento da envolvente, para uma diferença unitária de temperatura entre os ambientes que separa. Neste caso, a sua determinação foi efectuada através de ensaio laboratorial, realizado por dois métodos: "Heat Flow Meter" (norma ISO 8301:1991 [2]), de acordo com a norma EN 12667:2001 [3], e "Guarded hot plate", de acordo com as normas EN 12664:2001 [4] e ISO 8302:1991 [5].

2.2 - Descrição dos provetes ensaiados

Foram ensaiados três tipos de placas de gesso laminado: tipo A (standard), tipo H (hidrófuga) e tipo F (anti-fogo). Todos os provetes ensaiados possuíam 12,5 mm de espessura.

Para cada tipo de placa foram ensaiados cinco provetes ou três provetes, consoante o método de ensaio utilizado (para "Heat flow meter" e "Guarded hot plate", respectivamente), com dimensões de 300 mm x 300 mm. Os resultados obtidos correspondem à média dos resultados dos provetes ensaiados.

2.3 - Apresentação dos resultados obtidos

Na tabela 1 encontram-se compilados os resultados finais dos ensaios. Para além dos resultados relativos à condutibilidade térmica são também apresentados os valores da massa volúmica aparente e da resistência térmica.

Tabela 1: Resultados obtidos.

Resultados	BA13A	BA13H	BA13F
Massa volúmica aparente (kg/m ³)	606,3	696,8	786,5
Condutibilidade térmica [W/(m.°C)]	0,1621	0,2059	0,2389
Resistência térmica [(m ² .°C)/W]	0,08	0,06	0,05





3 - Determinação da estabilidade dimensional, em condições definidas de temperatura e humidade, de placas de gesso laminado

3.1 - Metodologia do ensaio laboratorial

O presente ensaio é baseado na norma EN 1604:2013 [6] e consiste na determinação das variações dimensionais que se verificam quando os provetes, após condicionamento, são submetidos a ambientes específicos durante um período de tempo definido e reacondicionados.

Os provetes foram acondicionados a uma temperatura de 23 ± 2 °C e humidade relativa de 50 ± 5 %. O ensaio foi realizado a uma temperatura de 35 ± 2 °C e humidade relativa de 90 ± 5 %, durante um período de exposição de 48 ± 1 h.

3.2 - Descrição dos provetes ensaiados

Foram testados dois tipos de placa: tipo A (standard) e tipo H (hidrófuga). Em cada tipo de placa foram ensaiadas duas espessuras: 12,5 mm e 15 mm. Para cada tipo e espessura foram ensaiados três provetes com 200 mm x 200 mm.

3.3 - Apresentação dos resultados obtidos

As duas tabelas seguintes apresentam os resultados obtidos para os provetes da placa tipo A com 12,5 mm de espessura.

Tabela 2: Resultados obtidos para a placa tipo A com 12,5 mm de espessura.

Proвете (ref.ª interna)	Dimensões	Valor inicial (mm)	Valor final (mm)	Registo de observações visuais após o ensaio
ISO194A/13	Comprimento (l)	201,2	201,2	Nada a registar
	Largura (b)	201,2	201,4	
	Espessura (d)	12,5	12,6	
ISO195A/13	Comprimento (l)	201,0	201,0	Nada a registar
	Largura (b)	200,0	200,0	
	Espessura (d)	12,4	12,5	
ISO196A/13	Comprimento (l)	201,2	201,2	Nada a registar
	Largura (b)	200,6	200,8	
	Espessura (d)	12,5	12,6	



Tabela 3: Variações dimensionais dos provetes da placa tipo A com 12,5 mm de espessura.

Provete (ref.ª interna)	Variação dimensional comprimento (%)	Variação dimensional largura (%)	Variação dimensional espessura (%)
ISO194A/13	0,0	0,1	0,8
ISO195A/13	0,0	0,0	0,8
ISO196A/13	0,0	0,1	0,8
Média	0,0	0,1	0,8

As duas tabelas seguintes apresentam os resultados obtidos para os provetes da placa tipo A com 15 mm de espessura.

Tabela 4: Resultados obtidos para a placa tipo A com 15 mm de espessura.

Provete (ref.ª interna)	Dimensões	Valor inicial (mm)	Valor final (mm)	Registo de observações visuais após o ensaio
ISO197A/13	Comprimento (l)	200,8	200,8	Nada a registar
	Largura (b)	201,4	201,4	
	Espessura (d)	15,2	15,3	
ISO198A/13	Comprimento (l)	201,4	201,4	Nada a registar
	Largura (b)	201,4	201,4	
	Espessura (d)	15,2	15,3	
ISO199A/13	Comprimento (l)	201,4	201,4	Nada a registar
	Largura (b)	201,0	201,0	
	Espessura (d)	15,2	15,3	

Tabela 5: Variações dimensionais dos provetes da placa tipo A com 15 mm de espessura.

Provete (ref.ª interna)	Variação dimensional comprimento (%)	Variação dimensional largura (%)	Variação dimensional espessura (%)
ISO197A/13	0,0	0,0	0,7
ISO198A/13	0,0	0,0	0,7
ISO199A/13	0,0	0,0	0,7
Média	0,0	0,0	0,7

As duas tabelas seguintes apresentam os resultados obtidos para os provetes da placa tipo H com 12,5 mm de espessura.



Tabela 6: Resultados obtidos para a placa tipo H com 12,5 mm de espessura.

Provete (ref. ^a interna)	Dimensões	Valor inicial (mm)	Valor final (mm)	Registo de observações visuais após o ensaio
ISO200A/13	Comprimento (l)	201,4	201,4	Nada a registar
	Largura (b)	200,4	200,6	
	Espessura (d)	12,7	12,6	
ISO201A/13	Comprimento (l)	200,4	200,6	Nada a registar
	Largura (b)	200,4	200,6	
	Espessura (d)	12,7	12,6	
ISO202A/13	Comprimento (l)	200,6	200,6	Nada a registar
	Largura (b)	200,2	200,4	
	Espessura (d)	12,6	12,5	

Tabela 7: Variações dimensionais dos provetes da placa tipo H com 12,5 mm de espessura.

Provete (ref. ^a interna)	Variação dimensional comprimento (%)	Variação dimensional largura (%)	Variação dimensional espessura (%)
ISO200A/13	0,0	0,1	-0,8
ISO201A/13	0,1	0,1	-0,8
ISO202A/13	0,0	0,1	-0,8
Média	0,0	0,1	-0,8

As duas tabelas seguintes apresentam os resultados obtidos para os provetes da placa tipo H com 15 mm de espessura.

Tabela 8: Resultados obtidos para a placa tipo H com 15 mm de espessura.

Provete (ref. ^a interna)	Dimensões	Valor inicial (mm)	Valor final (mm)	Registo de observações visuais após o ensaio
ISO203A/13	Comprimento (l)	201,4	201,4	Nada a registar
	Largura (b)	199,4	199,4	
	Espessura (d)	15,1	15,1	
ISO204A/13	Comprimento (l)	202,8	203,0	Nada a registar
	Largura (b)	200,6	200,6	
	Espessura (d)	15,2	15,2	
ISO205A/13	Comprimento (l)	201,5	201,8	Nada a registar
	Largura (b)	201,0	201,0	
	Espessura (d)	15,2	15,3	



Tabela 9: Variações dimensionais dos provetes da placa tipo H com 15 mm de espessura.

Provete (ref. ^a interna)	Variação dimensional comprimento (%)	Variação dimensional largura (%)	Variação dimensional espessura (%)
ISO203A/13	0,0	0,0	0,0
ISO204A/13	0,1	0,0	0,0
ISO205A/13	0,1	0,0	0,7
Média	0,1	0,0	0,2

4 - Determinação laboratorial (em câmara reverberante) da absorção sonora de placas de gesso laminado

4.1 - Metodologia do ensaio laboratorial

Os provetes a ensaiar são colocados no interior de uma câmara reverberante com 5,85 m x 5,85 m, em planta, e um pé direito médio de 5,85 m. De acordo com o disposto na norma NP EN ISO 354:2007 [7], são colocados no tecto da câmara (aleatoriamente) 15 elementos difusores de policarbonato, com uma área total de 30 m², com diferentes geometrias côncavas e convexas, de forma a criar um campo difuso e a cumprir as áreas de absorção máximas especificadas.

Neste ensaio são medidos os tempos de reverberação médios (com a câmara vazia e com a câmara ocupada com o provete), dando origem aos coeficientes de absorção sonora (α_s).

O equipamento utilizado nestes ensaios inclui um sistema de aquisição multianalisador, uma fonte de ruídos aéreos, um microfone montado em girafa rotativa, um calibrador acústico e um termohigrómetro.

4.2 - Descrição dos provetes ensaiados

Foram ensaiados dois tipos de provetes, respeitando as indicações da norma NP EN ISO 354:2007 [7]. O primeiro era constituído por uma camada de placas de gesso laminado Gyptec (ref. BA13A) com 12,5 mm de espessura, com uma área de 11,88 m². As placas foram encostadas lado a lado e assentes sobre o pavimento reflector da câmara reverberante, sendo, por isso, uma montagem classificada como do tipo "A" pela norma NP EN ISO 354:2007 [7]. Neste provete não foi aplicado qualquer tipo de acabamento sobre as placas.

O segundo provete é igual ao primeiro mas com tratamento superficial das placas, incluindo o barramento das juntas e pintura com duas demãos da face exposta das placas.

As figuras seguintes apresentam a montagem dos provetes no interior da câmara reverberante.

RF



Figura 1: Montagem do primeiro provete no interior da câmara reverberante.



Figura 2: Montagem do segundo provete no interior da câmara reverberante (barramento da juntas à esquerda e acabamento final à direita).

4.3 - Apresentação dos resultados obtidos

Nas tabelas seguintes são indicados os valores dos tempos de reverberação médios e do coeficiente de absorção sonora do primeiro provete ensaiado, o qual corresponde às placas sem tratamento superficial.

Tabela 10: Tempos de reverberação médios do primeiro provete (T1 - câmara vazia; T2 - câmara ocupada com provete).

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
T1 (s)	16.32	11.81	9.54	9.22	8.07	7.58	9.19	10.74	10.39
T2 (s)	17.01	11.80	9.09	9.20	7.57	7.40	9.12	9.29	8.26
Freq. (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
T1 (s)	9.55	9.08	8.34	7.27	6.04	4.52	3.58	2.95	2.42
T2 (s)	7.60	7.30	6.84	6.33	5.50	4.27	3.47	2.96	2.31

Tabela 11: Coeficientes de absorção sonora (α_s) do primeiro provete.

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
α_s	-0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.04	0.07
Freq. (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
α_s	0.08	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.02	0.00	0.06

Na figura seguinte encontra-se uma representação gráfica dos valores da tabela anterior.

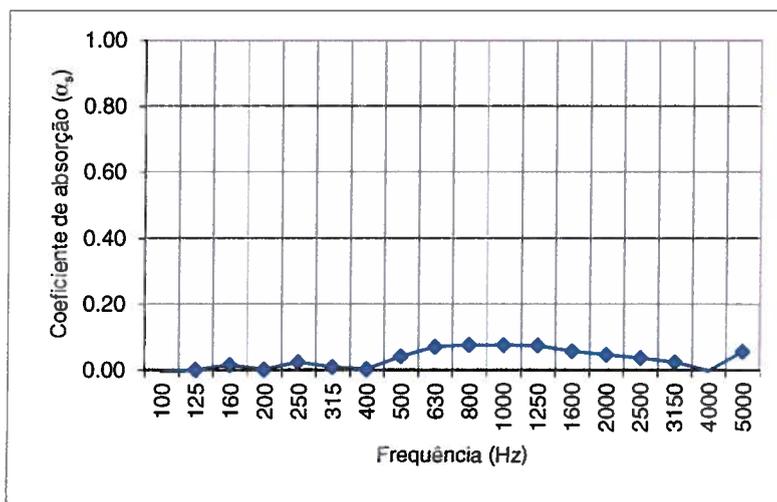


Figura 3: Representação gráfica do coeficiente de absorção sonora do primeiro provete.

Nas tabelas seguintes são indicados os valores dos tempos de reverberação médios e do coeficiente de absorção sonora do segundo provete ensaiado, o qual corresponde às placas com tratamento de juntas e pintura superficial em duas demãos.

Tabela 12: Tempos de reverberação médios do segundo provete (T1 - câmara vazia; T2 - câmara ocupada com provete).

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
T1 (s)	17.24	12.01	10.68	9.27	8.37	7.66	9.27	11.13	10.37
T2 (s)	14.80	12.17	10.00	9.21	8.22	7.40	8.91	9.15	9.03
Freq. (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
T1 (s)	9.97	9.29	8.38	7.24	6.26	4.62	3.61	2.98	2.36
T2 (s)	8.00	7.41	6.99	6.30	5.53	4.27	3.41	2.81	2.25

Tabela 13: Coeficientes de absorção sonora (α_s) do segundo provete.

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
α_s	0.03	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.05	0.04
Freq. (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
α_s	0.07	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06

Na figura seguinte encontra-se uma representação gráfica dos valores da tabela anterior.

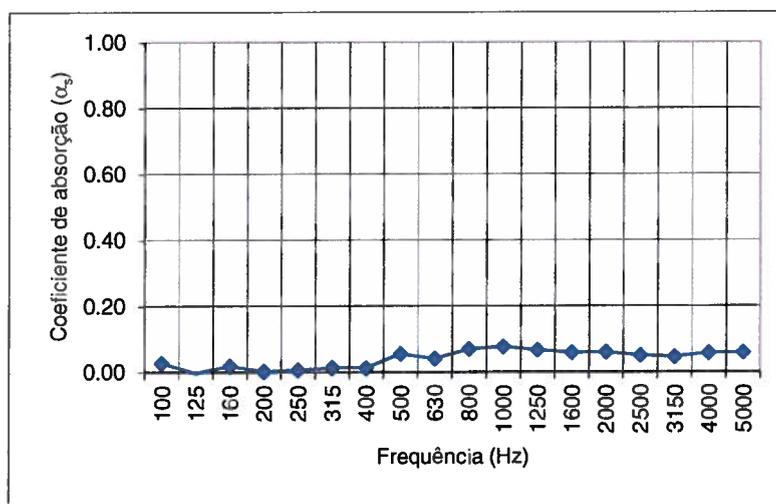


Figura 4: Representação gráfica do coeficiente de absorção sonora do segundo provete.

A partir dos valores do coeficiente de absorção sonora (α_s) é possível determinar um coeficiente de absorção sonora ponderado (α_w). De acordo com a norma EN ISO 11654:1997 [8], este parâmetro assume o valor de 0.1 para ambos os provetes, sendo categorizado por "sem classificação" em termos de absorção sonora.

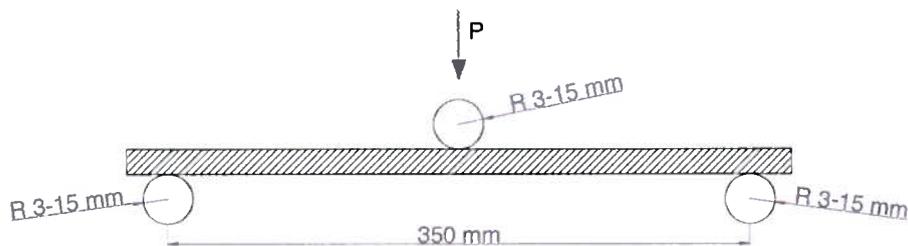
5 - Determinação da resistência à flexão de placas de gesso laminado

5.1 - Metodologia do ensaio laboratorial

O ensaio consiste na aplicação de uma carga em provetes de 400 mm x 300 mm, que se incrementa de forma controlada até à rotura.

São ensaiados dois provetes extraídos de cada uma de três placas de cada tipo e espessura. Os provetes são secos na estufa a 40 ± 2 °C, até atingirem uma massa constante, e o ensaio é realizado após 10 min da remoção dos provetes da estufa.

A montagem do ensaio obedece às características apresentadas na Figura 5, de acordo com a norma EN 520:2005+A1:2009 [1].



P - Carga aplicada a uma velocidade de 250 ± 125 N/min até à rotura

Figura 5: Esquema de montagem do ensaio de flexão para placas de gesso cartonado (simples ou compostas).

A deformação é também registada ao longo do ensaio, em função da carga aplicada.

5.2 - Descrição dos provetes ensaiados

Foram ensaiados seis provetes de cada um dos três tipos de placa seleccionados: placa tipo A (standard) com 12,5 mm de espessura, placa tipo H (hidrófuga) com 12,5 mm de espessura e placa tipo F (anti-fogo) com 12,5 mm de espessura.

De cada placa são extraídos três provetes com 400 ± 1.5 mm x 300 ± 1.5 mm, cortados na direcção longitudinal (L) e outros três provetes com as mesmas dimensões, cortados na direcção transversal (T) (ver Figura 6). Os provetes são cortados a uma distância mínima de 100 mm da extremidade das placas.

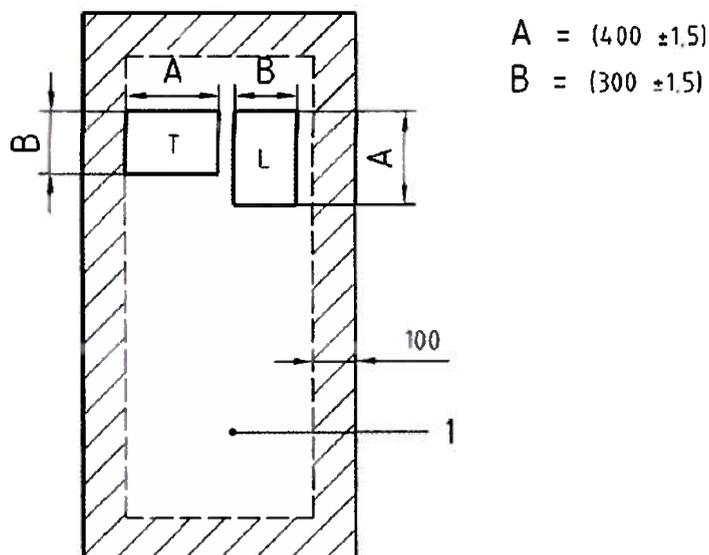


Figura 6: Extracção de provetes para o ensaio de resistência à flexão (exemplo de uma placa de 1200 mm).

A figura seguinte apresenta o registo da rotura de um dos provetes de cada tipo de placa ensaiada.



Figura 7: Rotura de um dos provetes de cada tipo de placa ensaiada.

5.3 - Apresentação dos resultados obtidos

Na tabela seguinte são apresentados os valores da força de rotura e da deformação, registados nos ensaios de todos os provetes.

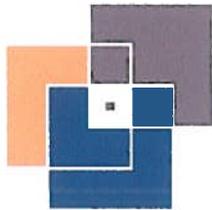


Tabela 14: Resultados dos ensaios de determinação da resistência à flexão dos três tipos de placas ensaiadas.

Provete (ref.ª interna)	Tipo de placa	Direcção	Força máxima (N)	Força média (N)	Deformação imediatamente antes da rotura (mm)	Deformação média (mm)
OMC006A/13	Tipo A - Standard	Transversal	276	268	10,4	9,2
OMC007A/13			264		8,8	
OMC008A/13			264		8,5	
OMC009A/13		Longitudinal	666	645	10,6	10,1
OMC010A/13			651		10,2	
OMC011A/13			619		9,4	
OMC012A/13	Tipo F - Anti-fogo	Transversal	261	257	3,0	2,8
OMC013A/13			257		3,1	
OMC014A/13			252		2,4	
OMC015A/13		Longitudinal	636	647	6,9	7,2
OMC016A/13			671		7,7	
OMC017A/13			634		6,9	
OMC018A/13	Tipo H - Hidrófuga	Transversal	243	241	6,9	6,8
OMC019A/13			237		6,7	
OMC020A/13			242		6,9	
OMC021A/13		Longitudinal	634	624	9,1	9,0
OMC022A/13			618		9,0	
OMC023A/13			621		9,0	

Para além dos resultados da tabela anterior, foi determinada a deformação média de cada conjunto de três provetes, em função de uma sequência de valores de força. Nos gráficos das figuras seguintes encontra-se representada esta análise, para cada direcção de cada tipo de placa ensaiada.

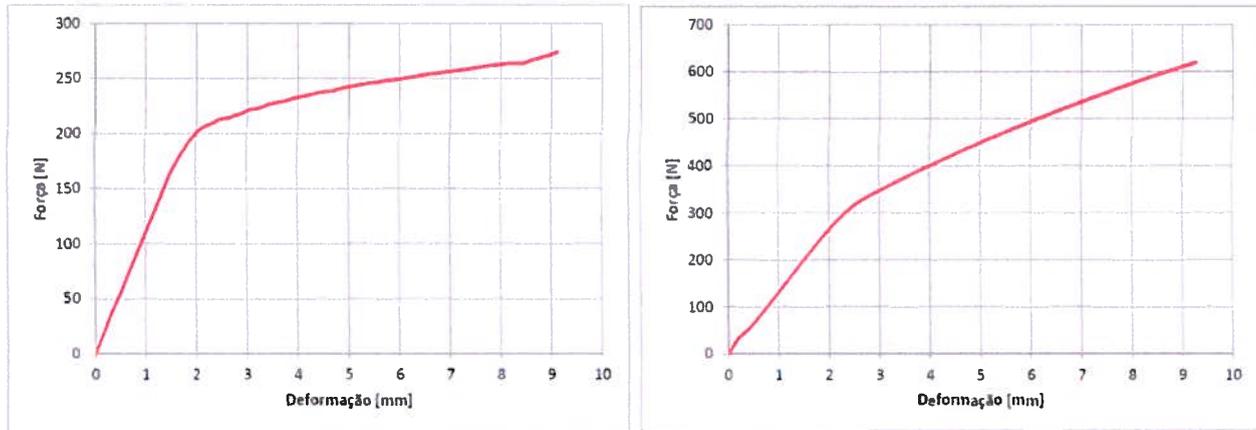


Figura 8: Curvas Deformação média – Força da placa tipo A (standard), nas direcções transversal (à esquerda) e longitudinal (à direita).

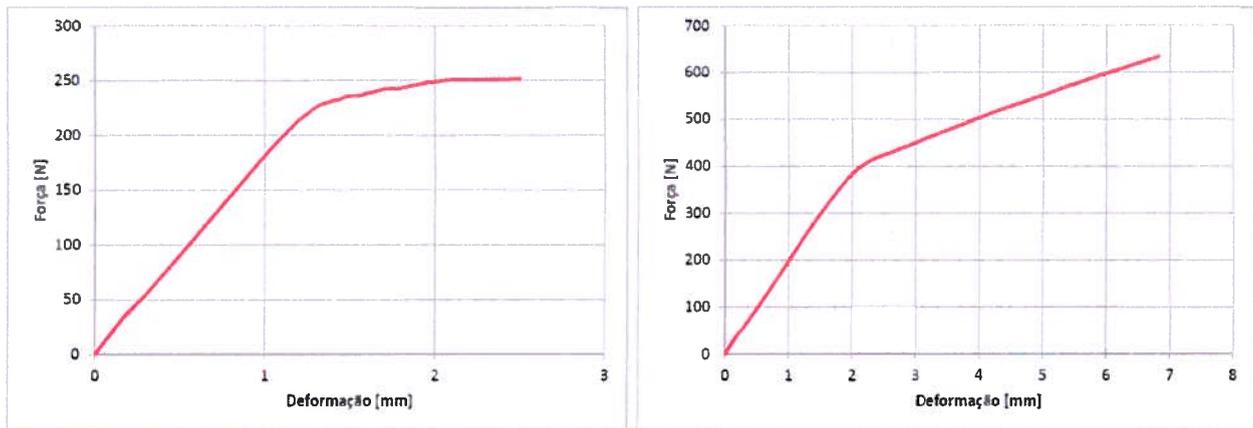


Figura 9: Curvas Deformação média – Força da placa tipo F (anti-fogo), nas direcções transversal (à esquerda) e longitudinal (à direita).

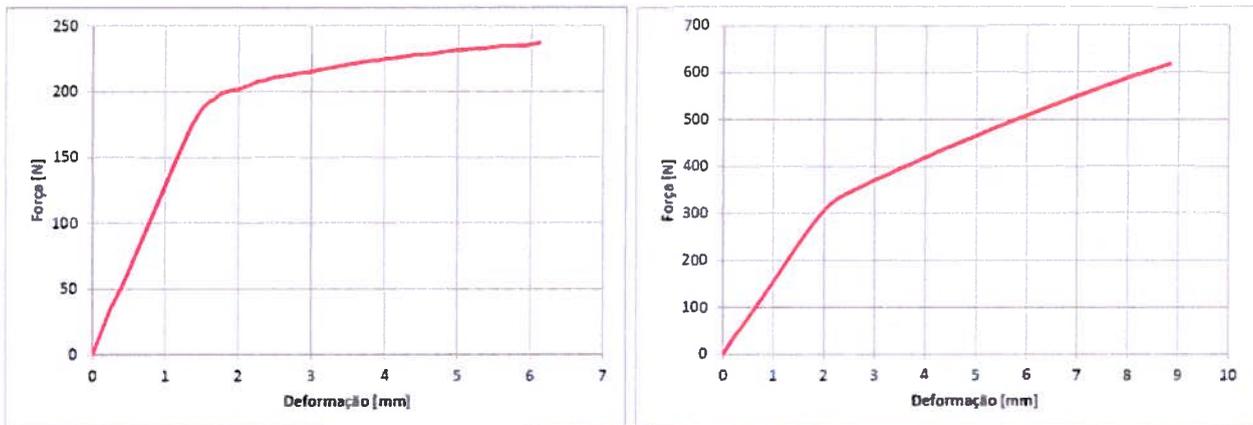
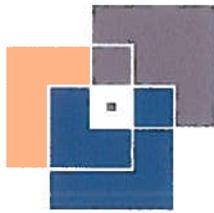


Figura 10: Curvas Deformação média – Força da placa tipo H (hidrófuga), nas direcções transversal (à esquerda) e longitudinal (à direita).



A partir dos resultados anteriores verifica-se que a placa tipo H (hidrófuga) é um pouco menos resistente que as restantes. A placa tipo F (anti-fogo) foi a que registou menores deformações.

De um modo geral, confirma-se a menor resistência na direcção transversal, relativamente à direcção longitudinal (menos de metade), para todos os tipos de placa.

Verifica-se ainda que as forças de rotura registadas são todas superiores aos mínimos definidos na norma EN 520:2005+A1:2009 [1] para placas do tipo A, F e H com 12,5 mm de espessura – 210 N para a direcção transversal e 550 N para a direcção longitudinal.

6 - Ensaios laboratoriais de caracterização mecânica de divisórias de compartimentação leves

6.1 - Descrição dos provetes ensaiados

No âmbito do presente projecto foram ensaiadas duas soluções de divisórias de compartimentação leves. A geometria das soluções ensaiadas tem em consideração os critérios descritos no ETAG003 – Guia para a aprovação técnica europeia de divisórias leves [9].

Na construção dos provetes foram seguidas todas as recomendações do fabricante, bem como as boas práticas da especialidade.

6.1.1 Primeiro provete ensaiado

O primeiro provete ensaiado era constituído por uma divisória, com 3,20 m de altura, 4,5 m de desenvolvimento e 98 mm de espessura total.

O provete foi construído num pórtico metálico, dentro de um aro de madeira previamente aplicado, apresentando três extremidades fixas e uma extremidade lateral livre. A 600 mm da extremidade lateral fixa do provete foi instalada uma porta de madeira, com 800 mm de largura e 2000 mm de altura. A Figura seguinte apresenta um esquema do provete.

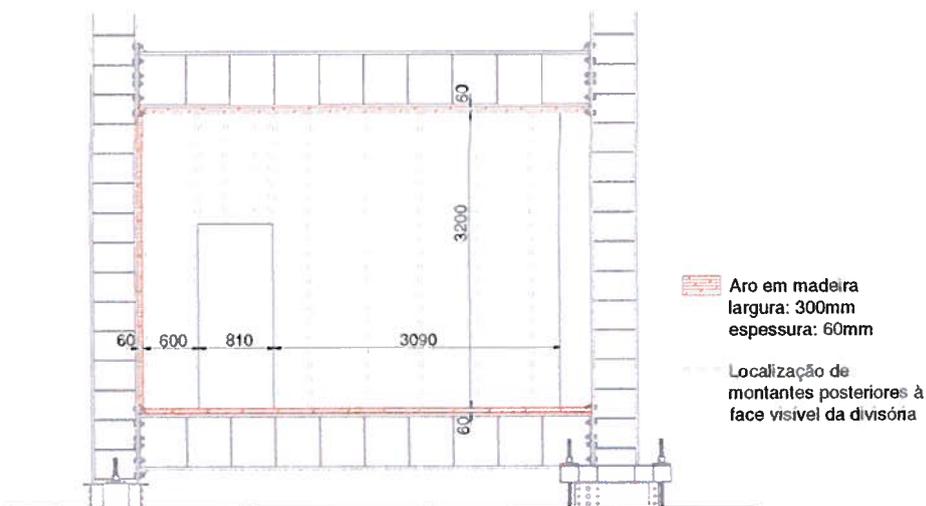


Figura 11: Vista esquemática do provete aplicado no pórtico metálico (antes da aplicação da porta).

O sistema de gesso laminado construído consiste numa divisória de estrutura simples, revestida em ambas as faces com placa dupla. Todas as placas utilizadas são do tipo A (standard) com 12,5 mm de espessura.

A estrutura metálica era constituída por perfis raia de 48 mm (fixos ao aro de madeira) e por perfis montante de 48 mm, afastados de 600 mm. A figura seguinte apresenta um corte horizontal esquemático da divisória ensaiada, pela zona da abertura, onde é possível observar a modulação dos perfis montante.



Figura 12: Corte horizontal esquemático da divisória, pela zona da abertura.

Nas figuras seguintes é apresentado um excerto do registo fotográfico realizado durante a montagem do primeiro provete, apresentando diferentes fases do procedimento.



Figura 13: Montagem do primeiro provete no pórtico metálico.



Figura 14: Montagem do primeiro provete no pórtico metálico.

6.1.2 Segundo provete ensaiado

O segundo provete era constituído por uma divisória, com 4,0 m de altura, cerca de 4,5 m de desenvolvimento e 158,5 mm de espessura total.

O provete foi construído num pórtico metálico, entre um aro de madeira previamente aplicado, apresentando três extremidades fixas e uma extremidade lateral livre. A 600 mm da extremidade lateral fixa do provete foi instalada uma porta de madeira, com 800 mm de largura e 2000 mm de altura. A figura seguinte apresenta um esquema do provete.

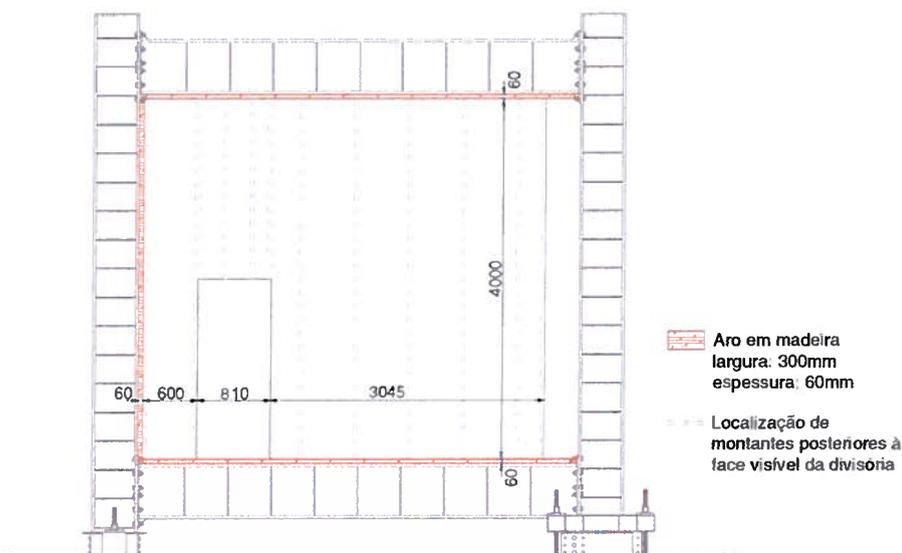


Figura 15: Vista esquemática do provete aplicado no pórtico metálico (antes da aplicação da porta).

O sistema de gesso laminado construído consiste numa divisória de estrutura dupla, com uma camada de placas de gesso laminado a separar as duas estruturas e revestida em ambas as faces com placa dupla. Todas as placas utilizadas são do tipo A (standard) com 12,5 mm de espessura.

A estrutura metálica era constituída por perfis raia de 48 mm (fixos ao aro de madeira) e por perfis montante de 48 mm, afastados de 600 mm, apresentando um desfasamento em quincôncio entre as duas estruturas, desde a abertura até à extremidade livre do provete.

A figura seguinte apresenta um corte horizontal esquemático da divisória ensaiada, pela zona da abertura, onde é possível observar a modulação dos perfis montante.

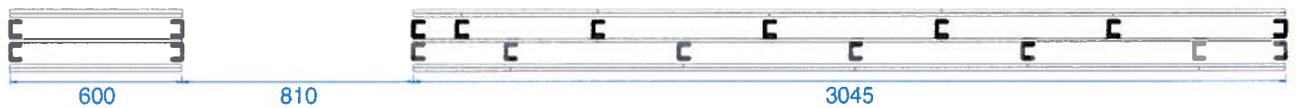


Figura 16: Corte horizontal esquemático da divisória, pela zona da abertura.

Na figura seguinte é apresentado um excerto do registo fotográfico realizado durante a montagem do segundo provete, apresentando diferentes fases do procedimento.



Figura 17: Montagem do segundo provete no pórtico metálico.

6.1.3 Procedimentos comuns à montagem dos dois provetes

De acordo com as boas práticas de instalação, a verga da porta foi realizada com um perfil raia ligado aos montantes que delimitam a abertura, sendo estes também reforçados em “H”. Para além disso, foram colocados dois montantes adicionais na zona sobre a abertura, entre os perfis que a delimitam (ver figura seguinte). Estes montantes facilitam a posterior aplicação de placas em forma de “bandeira”.

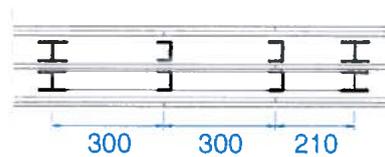


Figura 18: Corte horizontal esquemático da divisória, sobre a verga da abertura.

Refira-se que, para efeitos da realização dos ensaios de carga vertical excêntrica, descritos mais à frente, foi reforçada a zona onde se previa a aplicação da estrutura metálica, na qual são aplicadas as cargas. O reforço foi realizado com uma placa de contraplacado de madeira com cerca de 600 mm x 300 mm e 35 mm de espessura, fixa às placas de gesso cartonado através de varões roscados M6, como é possível observar na figura seguinte.



Figura 19: Reforço com uma placa de contraplacado de madeira na zona de aplicação das cargas excêntricas.

6.2 - Metodologia do ensaio laboratorial

De acordo com o ETAG003 [9] existem quatro categorias de utilização que dependem da menor ou maior probabilidade de ocorrência de acidentes. Nesta classificação, a categoria I é a que representa menor risco de ocorrência de acidentes e de mau uso e a categoria IV destina-se a espaços com maior probabilidade de ocorrência de acidentes e de utilização indevida.



Na tabela seguinte encontram-se definidas as quatro categorias de utilização.

Tabela 15: Categorias de utilização presentes no ETAG003.

Categoria de utilização	Descrição
I	Zonas acessíveis principalmente a pessoas com elevado incentivo de cuidado. Pequeno risco de ocorrência de acidentes e de má utilização.
II	Zonas acessíveis principalmente a pessoas com moderado incentivo de cuidado. Risco moderado de ocorrência de acidentes e de má utilização.
III	Zonas acessíveis principalmente a pessoas com pouco incentivo de cuidado. Risco de ocorrência de acidentes e de má utilização.
IV	Zonas e riscos das categorias II e III. Nesta categoria inclui-se o risco de queda para um piso inferior, em caso de rotura da divisória.

Consoante a categoria de utilização são definidas as energias a aplicar no provete, nos ensaios de impacto.

Os ensaios realizados em divisórias de gesso laminado tiveram como base o ETAG003 [9], o qual define duas fases de ensaio: ensaios de falha funcional e ensaios de dano estrutural. Dentro de cada fase foi realizada uma campanha de ensaios, pela seguinte ordem:

Ensaio de falha funcional

1. Determinação da resistência ao impacto de corpo duro - esfera de aço de 0,5 kg;
2. Determinação da resistência a cargas verticais excêntricas;
3. Determinação da resistência ao impacto de corpo mole - saco de 50 kg.

Ensaio de dano estrutural

4. Determinação da resistência a cargas verticais excêntricas;
5. Determinação da resistência ao impacto de corpo duro - esfera de aço de 1 kg;
6. Determinação da resistência ao impacto de corpo mole - saco de 50 kg.

Adicionalmente foram realizados os seguintes ensaios:

7. Determinação da resistência a cargas pontuais perpendiculares (horizontais);
8. Determinação da resistência a cargas pontuais paralelas (verticais).



Nas duas tabelas seguintes encontram-se definidas as energias / cargas a aplicar nos ensaios de impacto e nos ensaios de aplicação de cargas verticais excêntricas, respectivamente, para a fase de ensaios de falha funcional, segundo o ETAG003.

Tabela 16: Definição de energias (de impacto) para ensaios de falha funcional.

Categoria de utilização	Altura	Energia
I	≤ 1,5 m	Corpo mole: 3 × 60 Nm Corpo duro: 2,5 Nm
	> 1,5 m	---
II	≤ 1,5 m	Corpo mole: 3 × 120 Nm Corpo duro: 2,5 Nm
	> 1,5 m	Corpo duro: 2,5 Nm
III	≤ 1,5 m	Corpo mole: 3 × 120 Nm Corpo duro: 6 Nm
	> 1,5 m	Corpo duro: 6 Nm
IV	≤ 1,5 m	Corpo mole: 3 × 120 Nm Corpo duro: 6 Nm
	> 1,5 m	Corpo duro: 6 Nm

Tabela 17: Definição de cargas verticais excêntricas para ensaios de falha funcional.

Categoria de carga	Descrição	Carga
A	Objectos pesados como lavatórios e pequenas estantes para livros	Carga de 500 N momentânea
B	Objectos muito pesados como caldeiras e grandes estantes para livros	Carga de 2000 N momentânea

Nas duas tabelas seguintes encontram-se definidas as energias / cargas a aplicar nos ensaios de impacto e nos ensaios de aplicação de cargas verticais excêntricas, respectivamente, para a fase de ensaios de dano estrutural.

Tabela 18: Definição de energias (de impacto) para ensaios de dano estrutural.

Categoria de utilização	Ensaio de dano estrutural	
	Altura	Energia
I	≤ 1,5 m	Corpo mole: 1 × 100 Nm Corpo duro: 10 Nm
	> 1,5 m	---



Categoria de utilização	Ensaio de dano estrutural	
	Altura	Energia
II	$\leq 1,5$ m	Corpo mole: 1 x 200 Nm Corpo duro: 10 Nm
	$> 1,5$ m	Corpo duro: 10 Nm
III	$\leq 1,5$ m	Corpo mole: 1 x 300 Nm Corpo duro: 10 Nm
	$> 1,5$ m	Corpo duro: 10 Nm
IV	$\leq 1,5$ m	Corpo mole: 1 x 400 Nm ou 1 x 500 Nm Corpo duro: 10 Nm
	$> 1,5$ m	Corpo duro: 10 Nm

Tabela 19: Definição de cargas verticais excêntricas para ensaios de dano estrutural.

Categoria de carga	Descrição	Ensaio de dano estrutural
A	Objectos pesados como lavatórios e pequenas estantes para livros	Carga de 1000 N durante 24 horas
B	Objectos muito pesados como caldeiras e grandes estantes para livros	Carga de 4000 N durante 24 horas

Refira-se que o primeiro provete (divisória de estrutura simples) foi testado para a verificação da categoria de utilização II, enquanto o segundo provete (divisória de estrutura dupla) foi ensaiado para a categoria de utilização IV.

6.2.1 Determinação da resistência ao impacto de corpo duro - esfera de aço de 0,5 kg

O ensaio consiste na queda de uma esfera de aço de 0,5 kg, em movimento pendular, sobre o provete. A esfera de aço é impedida de provocar um segundo impacto no provete. O procedimento de ensaio adoptado baseia-se na ISO 7892:1988 [10], na ISO/DIS 7893:1990 [11] e no ETAG003 [9].

O ensaio é repetido em 10 posições diferentes acima de 1,5 m de altura a partir da base da divisória e em mais 10 posições diferentes até 1,5 m de altura da divisória. A altura de queda da esfera é a necessária para causar a energia de impacto definida na Tabela 16, correspondente à categoria de utilização considerada em cada provete. Em cada impacto é registado o diâmetro da respectiva marca e averiguada a presença de fissuras.

Na figura seguinte é representado esquematicamente o procedimento de ensaio.

PF

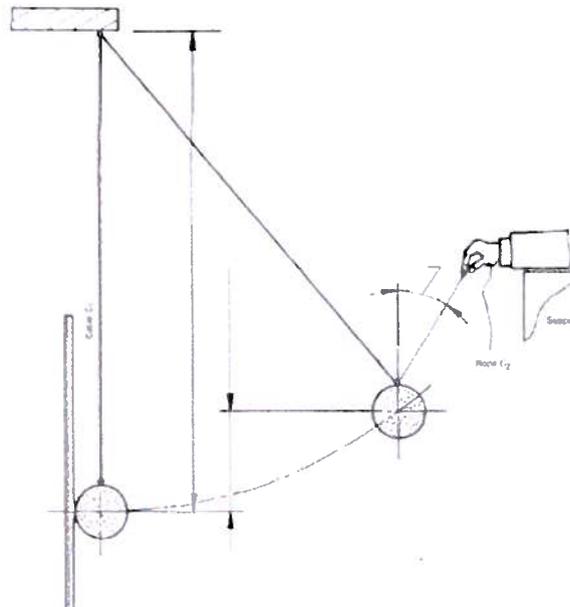


Figura 20: Esquema de ensaio de carga por impacto de copo duro (ISO 7892:1998 [10]).

6.2.2 Determinação da resistência a cargas verticais excêntricas

O ensaio realiza-se de acordo com a norma ISO/DIS 8413:1990 [12] e o ETAG003 [9]. Este consiste na aplicação de uma carga vertical excêntrica resultante da aplicação de uma determinada carga com uma excentricidade de 300 mm relativamente à superfície exterior da divisória. Esta carga é aplicada através de um esquadro metálico fixo em quatro pontos, com as dimensões representadas na figura seguinte, simulando assim a suspensão de um armário, prateleira ou outros objectos.

Nesta fase, a carga deve ser aplicada em fracções até perfazer a carga total prevista, devendo ser removida logo de seguida, da mesma forma. Durante o ensaio é registada a deformação do provete e, no final, é realizada uma inspecção visual para registo de possíveis patologias.

O ETAG003 [9] define duas categorias de carga (A e B), tendo sido adoptada a categoria A, a qual simula a aplicação de objectos pesados, tais como equipamentos sanitários e pequenas estantes, equivalendo a uma carga de 500 N (250 N + 250 N), na fase de ensaios de falha funcional.

A figura seguinte ilustra o esquema de ensaio utilizado para suspensão das cargas verticais excêntricas.

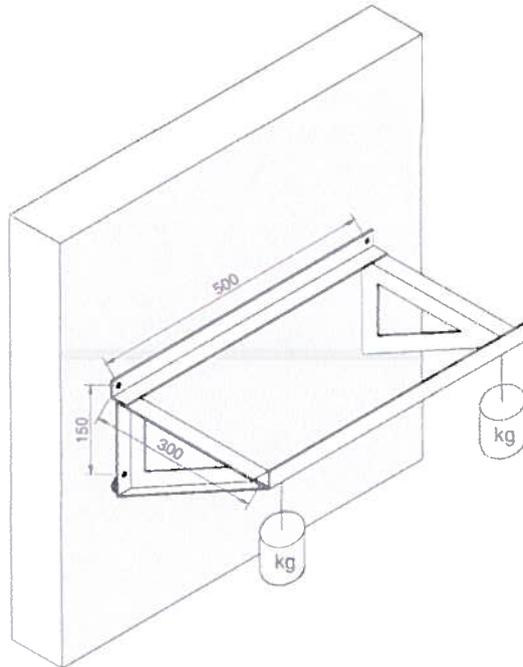


Figura 21: Esquema de ensaio para suspensão de cargas verticais excêntricas.

6.2.3 Determinação da resistência ao impacto de corpo mole - saco de 50 kg

O ensaio consiste na queda de um corpo de 50 kg, em movimento pendular, sobre o provete. O corpo é impedido de provocar um segundo impacto no provete. A montagem do ensaio é a indicada na Figura 22. Durante o ensaio a porta mantém-se fechada. É colocado um deflectómetro (LVDT) na parte posterior da divisória, exactamente no ponto de impacto.

Os impactos são realizados em dois pontos, numa série de três impactos em cada um: num montante e a meio-vão entre dois montantes, a 1,5 m de altura a partir da base da divisória. É ainda realizada uma outra série de três ensaios com o centro de impacto a 150 mm a partir da abertura da porta e à mesma altura dos anteriores.

Registam-se as deformações máximas de cada impacto e as deformações residuais após cada impacto. A deformação residual é registada cinco minutos após o impacto.

É também inspeccionada a presença de patologias, no final de cada impacto, e verificado o correcto funcionamento da porta.

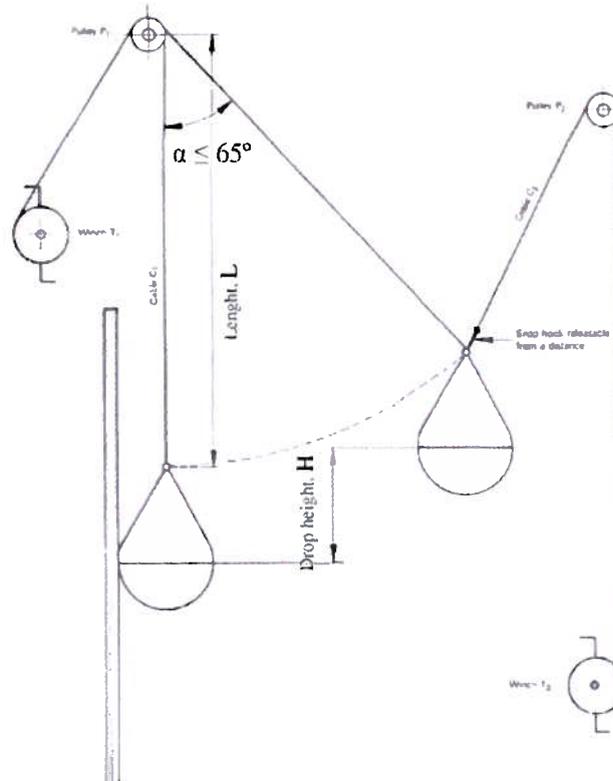


Figura 22: Esquema do ensaio de impacto com corpo mole (ISO 7892:1998 [10]).

6.2.4 Determinação da resistência a cargas verticais excêntricas

O ensaio é realizado de acordo com o referido para a fase de ensaios de falha funcional, na secção 6.2.2. A carga definida para a categoria A (ETAG003 [9]), nesta fase, é de 1000 N (500 N + 500N), sendo desta vez removida apenas 24 h após a sua aplicação.

Ao longo do ensaio são medidas as deformações e no final é realizada uma inspeção visual para registo de possíveis patologias e é medida a deformação residual.

6.2.5 Determinação da resistência ao impacto de corpo duro - esfera de aço de 1 kg

O ensaio é realizado de acordo com o referido para a fase de ensaios de falha funcional, na secção 6.2.1. Neste caso, é escolhido apenas um ponto de impacto acima de 1,5 m de altura a partir da base da divisória e um outro ponto de impacto até 1,5 m de altura da divisória, numa zona que se considere mais desfavorável.



6.2.6 Determinação da resistência ao impacto de corpo mole - saco de 50 kg

O ensaio é realizado de acordo com o referido para a fase de ensaios de falha funcional, na secção 6.2.3. Neste caso, é escolhido apenas um ponto de impacto, que se considera mais desfavorável.

6.2.7 Determinação da resistência a cargas pontuais perpendiculares (horizontais)

O ensaio consiste na aplicação de uma carga de 100 N, durante 1 minuto. No final será efectuada uma inspecção visual de patologias. A carga foi aplicada através de uma bucha metálica (do tipo "borboleta") com o comprimento adequado ao número de placas do provete.

6.2.8 Determinação da resistência a cargas pontuais paralelas (verticais)

O ensaio consiste na aplicação de uma carga de 250 N, durante 1 minuto. No final será efectuada uma inspecção visual de patologias. A carga foi aplicada através de uma bucha metálica (do tipo "borboleta") com o comprimento adequado ao número de placas do provete.

6.3 - Apresentação dos resultados obtidos

6.3.1 Determinação da resistência ao impacto de corpo duro - esfera de aço de 0,5 kg

No primeiro provete (divisória de estrutura simples), foram realizados ensaios de impacto com uma energia de 2,5 N.m (categoria de utilização II) e, no segundo provete (divisória de estrutura dupla), os impactos provocados na divisória tinham uma energia de 6 N.m (categoria de utilização IV).

Nas tabelas seguintes são apresentados os diâmetros das marcas causadas pelo impacto da esfera em diferentes alturas das divisórias. São também apresentadas as observações registadas após os impactos.

Tabela 20: Resultados dos ensaios de impacto de corpo duro no primeiro provete (divisória de estrutura simples) – esfera de aço de 0,5 kg - ensaio de falha funcional.

Ponto	Altura a partir do pavimento (mm)	Diâmetro da marca do impacto (mm)	Observações	Ponto	Altura a partir do pavimento (mm)	Diâmetro da marca do impacto (mm)	Observações
1	720	19,50	--	11	1535	18,64	--
2	775	20,00	Microfissuração no papel	12	1540	21,29	--
3	835	19,56	--	13	1540	19,65	--
4	890	18,93	--	14	1540	19,91	--

PF



Ponto	Altura a partir do pavimento (mm)	Diâmetro da marca do impacto (mm)	Observações	Ponto	Altura a partir do pavimento (mm)	Diâmetro da marca do impacto (mm)	Observações
5	950	21,40	Microfissuração no papel	15	1535	16,75	--
6	725	18,53	--	16	1595	19,25	--
7	770	17,29	--	17	1595	19,3	Microfissuração no papel
8	835	18,55	--	18	1595	18,08	--
9	885	16,03	--	19	1595	16,29	--
10	940	17,44	--	20	1595	16,51	--

Considera-se que não ocorreu falha funcional da divisória.

Tabela 21: Resultados dos ensaios de impacto de corpo duro no segundo provete (divisória de estrutura dupla) – esfera de aço de 0,5 kg - ensaio de falha funcional.

Ponto	Altura a partir do pavimento (mm)	Diâmetro da marca do impacto (mm)	Observações	Ponto	Altura a partir do pavimento (mm)	Diâmetro da marca do impacto (mm)	Observações
1	945	20,30	Microfissuração no papel	11	1545	21,85	--
2	995	19,77	--	12	1565	20,84	Microfissuração no papel
3	1050	21,26	--	13	1595	20,99	--
4	1085	19,37	--	14	1625	21,21	--
5	1120	19,31	--	15	1650	20,09	--
6	1160	20,21	--	16	1685	20,00	--
7	1220	19,26	--	17	1720	20,54	--
8	1260	18,33	--	18	1745	19,89	--
9	1295	19,26	--	19	1760	20,79	Microfissuração no papel
10	1365	18,48	--	20	1790	20,56	--

Considera-se que não ocorreu falha funcional da divisória.

6.3.2 Determinação da resistência a cargas verticais excêntricas

Refira-se que, no primeiro provete (divisória de estrutura simples), para esta fase de falha funcional, não foi utilizado qualquer reforço no interior da divisória, pelo que o esquadro metálico foi fixado somente às placas de gesso laminado da divisória.

Neste provete, a deformação horizontal máxima registada foi de 0,82 mm. Após a remoção da carga foi registada uma deformação residual de 0,21 mm. Não foi identificado qualquer outro dano no provete.



Para o segundo provete (divisória de estrutura dupla) a deformação horizontal máxima registada foi de 0,53 mm. Após remoção da carga foi registada uma deformação residual de 0,27 mm. Não foi identificado qualquer outro dano no provete. Refira-se que, neste provete, o esquadro foi aplicado na zona de reforço.

6.3.3 Determinação da resistência ao impacto de corpo mole - saco de 50 kg

Neste ensaio foi aplicada uma energia de 120 N·m em ambos os provetes.

As tabelas seguintes apresentam os resultados das deformações máximas causadas pelos impactos e as deformações residuais de ambos os provetes.

Tabela 22: Resultados dos ensaios de impacto de corpo mole no primeiro provete (divisória de estrutura simples) – saco de 50 kg - ensaio de falha funcional

Local de impacto	Deformação (mm)		
	Meio-vão	Montante	A 150 mm da porta
1º impacto	31,14	32,07	16,78
Residual	0,14	0,97	-0,03
2º impacto	30,46	32,66	17,02
Residual	0,16	1,05	-0,15
3º impacto	30,51	32,63	16,79
Residual	0,16	1,09	0,11

Não foram identificados outros danos no provete e não foi afectada a capacidade da porta abrir.

Tabela 23: Resultados dos ensaios de impacto de corpo mole no segundo provete (divisória de estrutura dupla) – saco de 50 kg - ensaio de falha funcional

Local de impacto	Deformação (mm)		
	Meio-vão	Montante	A 150 mm da porta
1º impacto	20,86	18,41	13,52
Residual	4,08	1,51	0,85
2º impacto	27,82	20,19	15,44
Residual	4,15	1,65	0,78
3º impacto	30,13	20,99	15,97
Residual	3,93	1,64	0,68

Não foram identificados outros danos no provete e não foi afectada a capacidade da porta abrir.

As figuras seguintes apresentam um excerto do registo fotográfico dos ensaios para ambos os provetes.

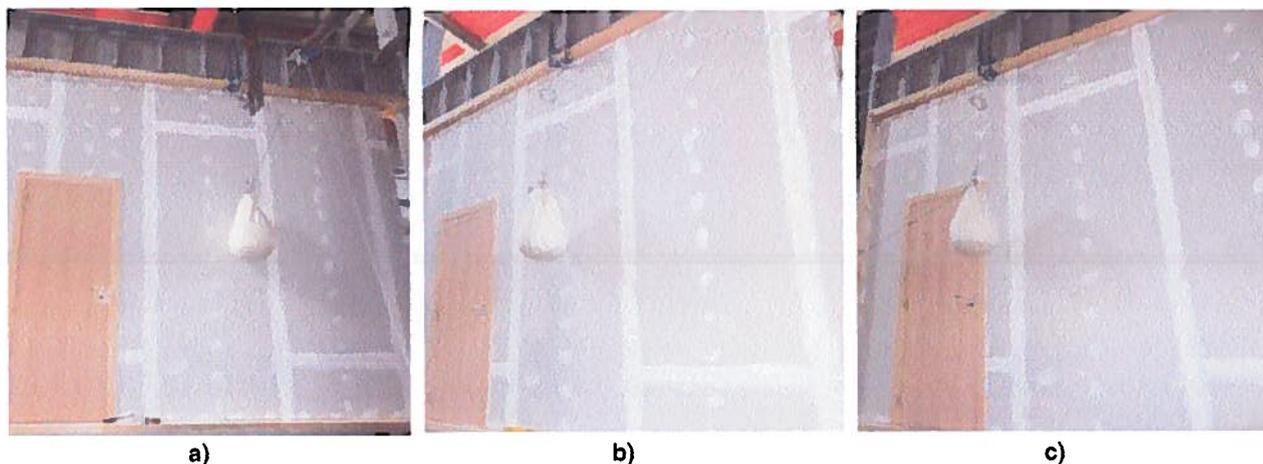


Figura 23: Ensaio de carga por impacto de corpo mole no primeiro provete (divisória de estrutura simples) – saco 50 kg – falha funcional: a) meio-vão; b) montante; c) a 150 mm da porta.

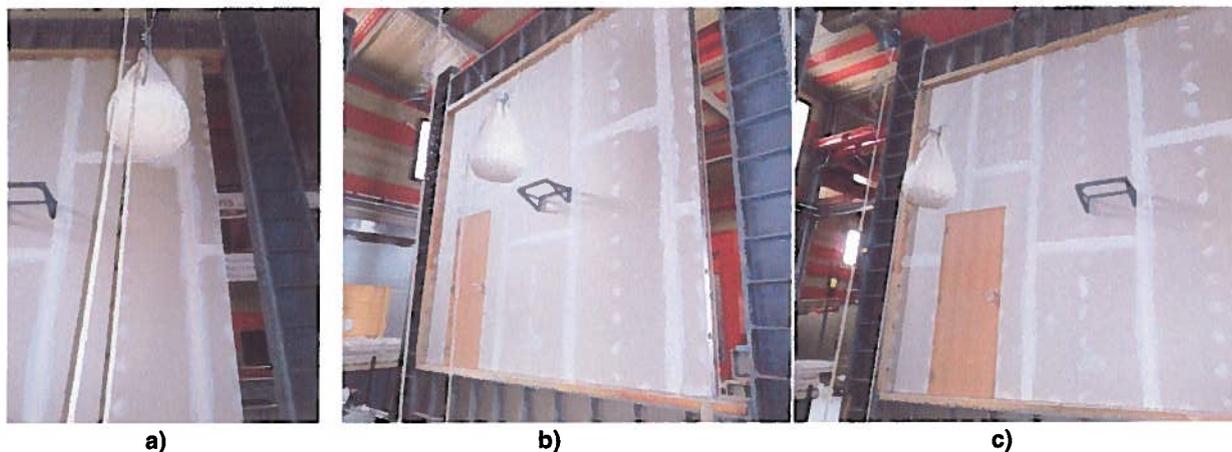


Figura 24: Ensaio de carga por impacto de corpo mole no segundo provete (divisória de estrutura dupla) – saco 50 kg – falha funcional: a) meio-vão; b) montante; c) a 150 mm da porta.

6.3.4 Determinação da resistência a cargas verticais excêntricas

Nesta fase, o esquadro metálico foi aplicado nas zonas reforçadas em ambos os provetes.

No primeiro provete (divisória de estrutura simples) a deformação horizontal máxima registada após as 24 h de carregamento foi de 0,59 mm. Após a remoção da carga foi registada uma deformação residual de 0,20 mm. Não ocorreu o colapso da estrutura nem foi identificado qualquer outro dano no provete.



No segundo provete (divisória de estrutura dupla) a deformação horizontal máxima registada após as 24 h de carregamento foi de 1,17 mm. Após a remoção da carga foi registada uma deformação residual de 0,70 mm. Não ocorreu o colapso da estrutura nem foi identificado qualquer outro dano no provete.

6.3.5 Determinação da resistência ao impacto de corpo duro - esfera de aço de 1 kg

Em ambos os provetes foram realizados dois ensaios de impacto com uma energia de 10 N.m.

Nas tabelas seguintes são apresentados os diâmetros das marcas causadas pelo impacto da esfera em diferentes alturas das divisórias. São também apresentadas as observações registadas após os impactos.

Tabela 24: Resultados dos ensaios de impacto de corpo duro no primeiro provete (divisória de estrutura simples) – esfera de aço de 1 kg - ensaio de dano estrutural

Ponto	Altura a partir do pavimento (mm)	Diâmetro do impacto (mm)	Observações
1	1335	21,04	Ausência de fissuras. Apenas se observa a marca do impacto.
2	1525	22,63	Ausência de fissuras. Apenas se observa a marca do impacto.

Tabela 25: Resultados dos ensaios de impacto de corpo duro no segundo provete (divisória de estrutura dupla) – esfera de aço de 1 kg - ensaio de dano estrutural

Ponto	Altura a partir do pavimento (mm)	Diâmetro do impacto (mm)	Observações
1	1355	20,18	Ausência de fissuras. Apenas se observa a marca do impacto.
2	1625	20,90	Ausência de fissuras. Apenas se observa a marca do impacto.

Em ambos os provetes não ocorreu penetração do pêndulo nem queda de detritos pelo que se considera não ter ocorrido qualquer dano estrutural nas divisórias.

PF

6.3.6 Determinação da resistência ao impacto de corpo mole - saco de 50 kg

No primeiro provete (divisória de estrutura simples) foi aplicada uma energia de 200 N·m, sendo esta a energia prevista para a categoria de utilização II.

O impacto provocou a fissuração das placas em ambos os lados da divisória, sem queda de detritos, não causando, contudo, o colapso da divisória.

As figuras seguintes apresentam um excerto do registo fotográfico efectuado durante o ensaio, onde é possível visualizar os danos da divisória.



Figura 25: Ensaio de carga por impacto de corpo mole no primeiro provete (divisória de estrutura simples) – saco 50 kg – dano estrutural: a) face de impacto; b) face oposta ao impacto; c) perfil montante.

No ensaio do segundo provete (divisória de estrutura dupla) foi aplicada uma energia de 900 N·m. Embora o ETAG003 [9] recomende a energia de 400 N·m ou 500 N·m para divisórias opacas, optou-se por aplicar a energia máxima definida para a categoria de utilização IV.

O impacto provocou a fissuração das placas em ambos os lados da divisória, sem queda de detritos, não causando, contudo, o colapso da divisória.

As figuras seguintes apresentam um excerto do registo fotográfico efectuado durante o ensaio, onde é possível visualizar os danos da divisória.



Figura 26: Ensaio de carga por impacto de corpo mole no segundo provete (divisória de estrutura dupla) – saco 50 kg – dano estrutural: a) face de impacto; b) face oposta ao impacto.

6.3.7 Determinação da resistência a cargas pontuais perpendiculares (horizontais)

A carga aplicada perpendicularmente ao plano das divisórias (100 N) não causou danos na superfície das placas de gesso laminado nem a cedência ou falha da fixação, em ambos os provetes.

6.3.8 Determinação da resistência a cargas pontuais paralelas (verticais)

A carga aplicada paralelamente ao plano das divisórias (250 N) não causou danos na superfície das placas de gesso laminado nem a cedência ou falha da fixação, em ambos os provetes.



7 - Determinação do coeficiente de transmissão térmica de divisórias de compartimentação leves constituídas

No sentido de caracterizar termicamente algumas soluções de divisórias de compartimentação leves foram determinados os valores de cálculo do coeficiente de transmissão térmica. Este parâmetro foi determinado através de cálculo numérico bidimensional de acordo com as metodologias preconizadas na norma EN ISO 10211:2007 [13].

Analisaram-se 37 configurações distintas de divisórias, considerando a aplicação de diferente número e espessura de placas de gesso cartonado, aplicação de perfis metálicos com dimensões e afastamentos diferentes, diferentes preenchimentos entre perfis e aplicação de placas de outros materiais, como aglomerado de cortiça expandida (ICB).

Na tabela seguinte apresentam-se os coeficientes de condutibilidade térmica considerados no cálculo.

Tabela 26: Valores de condutibilidade térmica considerados na simulação.

Material		Condutibilidade térmica, λ (W/(m.°C))
BA13; BA15	Gesso Cartonado Gyptec*	0,25
Lã mineral	LM30 (ISOLE+)*	0,036
	LM50 (ISOLE+)*	0,036
	LM40 (PN70)*	0,034
	LM50 (PN100)*	0,034
	LM60 (Rockwool)*	0,035
	LM65 (URSA)*	0,036
	LM45 (URSA)*	0,036
Perfil metálico	Aço galvanizado**	50,00
Aglomerado de cortiça expandida	ICB***	0,040

* valor fornecido pela Gyptec Ibérica

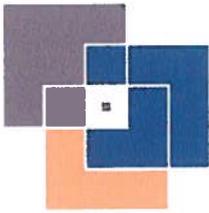
**Anexo A – ISO 10077-2:2012 [14]

*** ITE50 [15]

No cálculo dos valores dos coeficientes de transmissão térmica das paredes divisórias leves, considerou-se o valor $0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$ para as resistências térmicas superficiais interior (Rsi) e de local interior não aquecido (Rse), indicadas na norma ISO 6946:2007 [16].

Os valores das condutibilidades térmicas equivalentes das caixas-de-ar constituídas entre os perfis foram determinados de acordo com a metodologia preconizada na norma ISO 10077-2:2012 [14].

Na tabela seguinte são apresentadas as configurações analisadas.



IteCons

Instituto de Investigação e Desenvolvimento
Tecnológico em Ciências da Construção



• U • C •

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Tabela 27: Configurações de divisórias de compartimentação leves analisadas no cálculo do coeficiente de transmissão térmica.

Ref ^a	Placas Gesso	Perfil metálico [mm]	Afastamento perfil [mm]	Preenchimento entre perfis	Placas Gesso	Outros
P1	1 BA13	48	600	LM50 (ISOLE+)	1 BA13	---
P2	2 BA13	48	600	LM50 (ISOLE+)	2 BA13	---
P3	1 BA13	48	400	LM50 (ISOLE+)	1 BA13	---
P4	2 BA13	48	400	LM50 (ISOLE+)	2 BA13	---
P5	1 BA13	48	600	---	1 BA13	---
P6	1 BA13	48	600	---	1 BA13	Placa ICB40 + 1 BA13
P7	1 BA13	48	600	LM40 (PN70)	1 BA13	---
P8	2 BA13	48	600	LM40 (PN70)	2 BA13	---
P9	2 BA13	48	600	---	2 BA13	---
P10	1 BA15	48	600	LM50 (ISOLE+)	1 BA15	---
P11	2 BA15	48	600	LM50 (ISOLE+)	2 BA15	---
P12	2 BA15	48	600	LM50 (ISOLE+)	1 BA15	CX-AR30mm + Perfil48mm // 600mm c/LM50 (ISOLE+) + 2 BA15
P13	2 BA13	48	600	LM50 (ISOLE+)	---	CX-AR30mm + Perfil48mm // 600mm c/LM50 (ISOLE+) + 2 BA13
P14	1 BA13	70	600	LM40+LM30 (ISOLE+)	1 BA13	
P15	2 BA13	70	600	LM40+LM30 (ISOLE+)	2 BA13	
P16	1 BA13	70	600	LM50 (PN100)	1 BA13	
P17	2 BA13	70	600	LM50 (PN100)	2 BA13	
P18	2 BA13	70	600	LM50 (PN100)	---	CX-AR40mm + Perfil70mm // 600mm c/LM50 (PN100) + 2 BA13

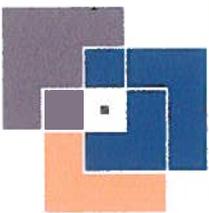
RIA015/13

Mod: RIA.01.V1.10.13



IteCons Rua Pedro Hispano Pólo II da Universidade de Coimbra 3030-289 Coimbra
NIPC: 507 487 648 - T. +351 239 79 89 49 - F. +351 239 79 89 39 - www.itecons.uc.pt - e-mail: itecons@itecons.uc.pt

pág. 34/41



IteCons

Instituto de Investigação e Desenvolvimento
Tecnológico em Ciências da Construção



U C

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Ref	Placas Gesso	Perfil metálico [mm]	Afastamento perfis [mm]	Preenchimento entre perfis	Placas Gesso	Outros
P19	1 BA13	70	600	LM50 (PN100)	---	CX-AR40mm + Perfil70mm // 600mm c/LM50 (PN100) + 1 BA13
P20	2 BA13	70	600	LM50 (PN100)	1 BA13	
P21	1 BA13	125	600	LM70 (PN70)	1 BA13	
P22	2 BA13	125	600	LM70 (PN70)	2 BA13	
P23	2 BA13	125	600	LM50 (SOLE+)+LM (PN70)	2 BA13	
P24	1 BA13	100	600	LM60	1 BA13	
P25	2 BA13	100	600	LM60	2 BA13	
P26	3 BA13	100	600	LM60	3 BA13	
P27	1 BA15	100	600	LM60	1 BA15	
P28	2 BA15	100	600	LM60	2 BA15	
P29	1 BA13	90	600	LM60	1 BA13	
P30	2 BA13	90	600	LM60	2 BA13	
P31	3 BA13	90	600	LM60	3 BA13	
P32	2 BA13	70	400	LM65 (URSA)	2 BA13	
P33	2 BA13	70	600	LM65 (URSA)	2 BA13	
P34	3 BA13	70	600	LM65 (URSA)	3 BA13	
P35	2 BA13	70	600	LM60 (Rockwool)	2 BA13	
P36	2 BA15	70	600	LM60 (Rockwool)	1 BA15	CX-AR25mm + Perfil70mm // 600mm c/LM60 (PN70) + 2 BA15
P37	2 BA13	48	600	LM45 (URSA)	1 BA13	CX-AR20mm + Perfil48mm // 600mm c/LM45 (URSA) + 2 BA13

RIA015/13

Mod. RIA.01.V1.10.13



PF



Na Tabela seguinte são apresentados os valores de cálculo do coeficiente de transmissão térmica determinados para as diferentes configurações de divisória.

Tabela 28: Valores de espessura e coeficiente de transmissão térmica das diferentes configurações de divisórias de compartimentação leves.

Ref ^a divisória	e [mm]	U [W/(m ² .°C)]	Ref ^a divisória	e [mm]	U [W/(m ² .°C)]
P1	73	0,78	P20	107,5	0,67
P2	98	0,72	P21	150	0,59
P3	73	0,87	P22	175	0,55
P4	98	0,80	P23	175	0,42
P5	73	1,92	P24	125	0,64
P6	125,5	0,64	P25	150	0,59
P7	73	0,76	P26	175	0,56
P8	98	0,70	P27	130	0,63
P9	98	1,61	P28	160	0,58
P10	78	0,77	P29	115	0,63
P11	108	0,70	P30	140	0,59
P12	201	0,39	P31	165	0,59
P13	176	0,41	P32	120	0,68
P14	95	0,63	P33	95	0,63
P15	120	0,59	P34	132,5	0,57
P16	120	0,65	P35	120	0,58
P17	120	0,64	P36	240	0,32
P18	230	0,36	P37	166	0,35
P19	205	0,38			

A título de exemplo, apresentam-se, na figura seguinte, dois diagramas de temperaturas e de fluxos de calor obtidos por cálculo numérico para as configurações P1 e P37.

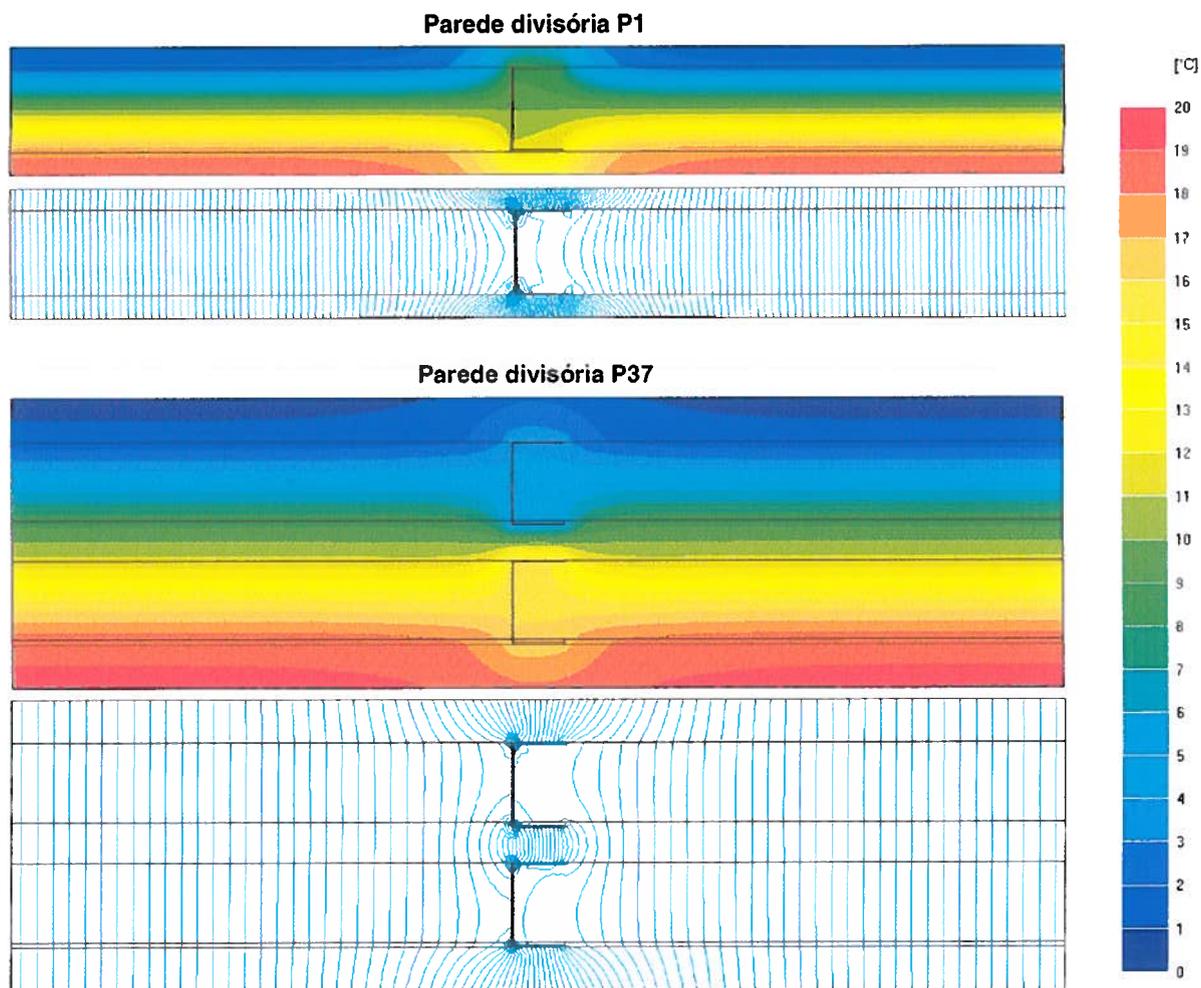
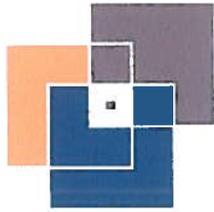


Figura 27: Diagramas de temperatura e de fluxos de soluções de divisória (simples e dupla).

8 - Manual técnico de apoio à aplicação de sistemas de divisórias de compartimentação

O manual de apoio tem como objectivo a apresentação de um manual técnico completo e detalhado, que auxilie projectistas, técnicos e instaladores, tanto em fase de projecto como em fase de obra, de modo a fornecer as bases e as recomendações necessárias para a elaboração de um bom projecto e para uma correcta aplicação dos produtos e sistemas. O manual incide, sobretudo, nos sistemas de divisórias de compartimentação leves.

O manual é integralmente apresentado no Anexo I deste relatório.



Aquele documento inicia-se com a apresentação de todos os componentes que constituem os sistemas em placas de gesso, incluindo a sua caracterização (capítulo 1). Cada um dos componentes é analisado em secção própria, pela seguinte ordem:

- Placas de gesso laminado simples e compostas;
- Estrutura metálica;
- Massas de colagem e barramento;
- Bandas de juntas;
- Parafusos.

Seguidamente, no capítulo 2, são apresentadas as recomendações a ter em conta nos processos de transporte, manuseamento e armazenagem das placas.

No capítulo 3 são caracterizados os sistemas de divisórias em placas de gesso. Nesse capítulo são definidas as modulações das estruturas, as alturas máximas dos sistemas, as distâncias máximas entre pontos de reforço de rigidez e a localização de juntas de dilatação.

Previamente às recomendações de montagem, é efectuada uma abordagem sobre a aplicação em ambientes húmidos, que se apresenta no capítulo 4, onde são classificados os tipos de ambientes, em função da humidade relativa do ar possível de ser originada no interior de um dado espaço, e onde são definidas algumas regras específicas para cada tipo de ambiente onde se procede à aplicação destes tipos de sistemas.

No capítulo 5 do manual é apresentada uma lista de boas práticas, destinada à fase de montagem dos sistemas. Inicialmente são enumeradas as medidas necessárias à preparação prévia da obra, seguindo-se uma lista de regras básicas. Seguem-se as recomendações de montagem particulares para sistemas de divisórias.

Após as recomendações de montagem, são apresentadas, no capítulo 6, regras para o tratamento final das juntas, fundamentais para o cumprimento das exigências estéticas previstas para o produto final, tendo em conta que foram seguidas as regras anteriores durante a fase de montagem.

Nas fases de montagem e de acabamento devem ainda cumprir-se determinadas tolerâncias, de forma a garantir a qualidade e o desempenho do sistema no final da sua montagem, em função do tipo de utilização previsto. Estas tolerâncias são abordadas no capítulo 7 do manual.

Por fim, no capítulo 8, são definidos os limites de carga que podem ser aplicados nos sistemas em placas de gesso, devido à suspensão de armários e objectos. O modo e o tipo de fixação dessas cargas são também analisados neste capítulo do manual técnico de apoio.

RF



9 - Considerações finais

No âmbito do projecto Vale I&DT com a referência 23410, referente a “Divisórias de compartimentação leves”, foi desenvolvido um estudo global de caracterização de elementos constituintes de divisórias e de caracterização de sistemas de divisórias de gesso laminado.

Neste sentido, foram realizados diversos ensaios laboratoriais para caracterização de placas de gesso laminado, uma vez que estas não se encontravam ainda integralmente caracterizadas. Foram então realizados ensaios para determinação da condutibilidade térmica, de estabilidade dimensional, de absorção sonora e de resistência à flexão de placas de gesso laminado. Os ensaios foram realizados para diferentes tipos de placas e espessuras, dentro da gama de placas fabricada pela Gyptec.

Desta forma, foi possível contribuir para a optimização do catálogo de soluções apresentado pela empresa aos seus clientes.

Para além dos ensaios aqui apresentados foi reunida uma informação diversificada sobre todos os componentes que podem ser incluídos numa divisória de compartimentação leve. Esta caracterização geral encontra-se incluída no manual técnico desenvolvido, o qual será referido mais à frente.

No que diz respeito aos sistemas de divisórias, foi efectuada uma caracterização mecânica e térmica.

Relativamente à caracterização mecânica, foi levada a cabo uma campanha de ensaios laboratoriais para determinação da resistência a impactos, a cargas verticais excêntricas e a cargas pontuais.

Foram seleccionadas duas soluções de divisórias, características de duas categorias de utilização distintas (II e IV, segundo o ETAG003 [9]). Nestes ensaios foi possível caracterizar mecanicamente dois tipos de divisórias – de estrutura simples e de estrutura dupla – contribuindo assim para a avaliação do desempenho dos produtos fabricados pela Gyptec e para a optimização de soluções.

Na caracterização térmica foram determinados os coeficientes de transmissão térmica de uma vasta gama de soluções de compartimentação, com o intuito de complementar o catálogo de soluções e contribuir também para a optimização de soluções de divisórias de compartimentação leves.

Por fim, este projecto permitiu ainda desenvolver um manual técnico de instalação de sistemas de divisórias de gesso laminado, com informação detalhada acerca dos componentes e dos sistemas, que constitui uma ferramenta completa para auxílio de projectistas, técnicos e instaladores. Este documento tem como objectivo de fornecer regras e recomendações necessárias à fase de projecto e à correcta instalação de sistemas de divisórias.



ITeCons

Instituto de Investigação e Desenvolvimento
Tecnológico em Ciências da Construção



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Coimbra, 22 de Novembro de 2013

Autoria técnica do relatório:

Eng.ª Patrícia Ferreira: Patrícia Ferreira

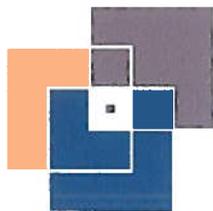
Prof. Doutor Paulo Amado Mendes: Paulo Amado Mendes
Supervisor Técnico e Científico





Referências bibliográficas

- [1] EN 520:2004+A1:2009 – Placas de gesso. Definições, requisitos e métodos de ensaio.
- [2] ISO 8301:1991 - Thermal insulation - Determination of steady-state thermal resistance and related properties - Heat flow meter apparatus.
- [3] EN 12667:2001 - Desempenho térmico de materiais e produtos de construção. Determinação da resistência térmica pelos métodos de placa quente protegida e fluxometria de calor. Produtos de resistência térmica elevada e média.
- [4] EN 12664:2001 - Thermal performance of building materials and products. Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods. Dry and moist products of medium and low thermal resistance.
- [5] ISO 8302:1991 - Thermal insulation - Determination of steady-state thermal resistance and related properties - Guarded hot plate apparatus.
- [6] EN 1604:2013 - Thermal insulating products for building applications. Determination of dimensional stability under specified temperature and humidity conditions.
- [7] NP EN ISO 354:2007 - Acústica. Medição da absorção sonora em câmara reverberante (ISO 354:2003).
- [8] EN ISO 11654:1997 - Acoustics - Sound absorbers for use in buildings - Rating of sound absorption.
- [9] ETAG 003 (Edition December 1998) – Guideline for European Technical Approval for Internal Partition Kits for Use as Non-Loadbearing Walls (Amended January 2012).
- [10] ISO 7892:1988 - Vertical building elements - Impact resistance tests - Impact bodies and general test procedures.
- [11] ISO/DIS 7893:1990 - Performance Standards in Building - Partitions made from Components – Impact. Resistance Tests.
- [12] ISO/DIS 8413:1990 - Performance Standards in Building - Partitions made from Components – Tests for Ability to withstand Suspended Static Loads.
- [13] ISO 10211:2007 - Thermal bridges in building construction - Heat flows and surface temperatures - Detailed calculations.
- [14] ISO 10077-2:2012 - Thermal performance of windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance - Part 2: Numerical method for frames.
- [15] ITE 50 – Informação Técnica 50 – Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios – LNEC, 2006.
- [16] ISO 6946:2007 - Building components and building elements - Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation method.



ITeCons

Instituto de Investigação e Desenvolvimento
Tecnológico em Ciências da Construção



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

ANEXO I

Manual técnico de instalação de sistemas de divisórias de gesso laminado





1 - Identificação e caracterização dos componentes do sistema

1.1 - Placas de gesso para sistemas construtivos

1.1.1 Placas de gesso laminado (EN 520:2004+A1:2009)

As placas de gesso laminado, também conhecidas como placas de gesso cartonado, são um produto cada vez mais utilizado na construção de divisórias interiores e no revestimento e isolamento de paredes e tectos.

As placas são fabricadas industrialmente mediante um processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de cartão, de modo a cumprir a Norma EN 520:2004+A1:2009, apresentando-se sob a forma de placas rectangulares com espessuras e dimensões variáveis.

Existem quatro tipos de placas: Placa A (standard), Placa H (hidrófuga), Placa F (anti-fogo) e Placa D (alta dureza).



Figura 28: Fabrico das placas de gesso laminado.

1.1.1.1 Tipos de placas

- **Placa A (Standard)**

Este tipo de placa é indicada para um vasto conjunto de obras secas em espaços interiores, tais como divisórias interiores, revestimento interior de paredes exteriores, tectos-falsos, sancas de iluminação e outros elementos de decoração.

PF



Figura 29: Placa A (standard).

- **Placa H (Hidrófuga)**

Este tipo de placa é tratada com um agente hidrófugo para diminuir a absorção de água, sendo adequada para zonas húmidas. Assim, está indicada para todo o tipo de obra seca em espaços interiores, tal como a placa A, e é ainda recomendada para cozinhas e casas de banho, podendo ser revestida com azulejos ou material similar. Esta informação deve ser complementada com as recomendações constantes no capítulo 4.

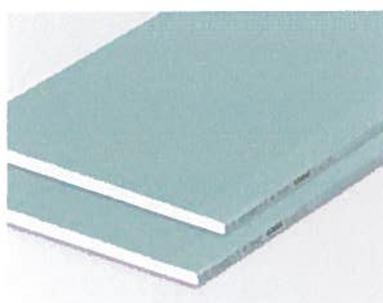


Figura 30: Placa H (hidrófuga).

Em função da capacidade de absorção de água, segundo a norma EN 520:2004+A1:2009, estas placas podem ser designadas como sendo do tipo H1, H2 e H3.

Tabela 29: Classes de absorção de água.

Classes de Absorção de Água	Absorção Total de Água (segundo o método indicado na norma EN 520:2004+A1:2009)
H1	≤ 5%
H2	≤ 10%
H3	≤ 25%

- **Placa F (Anti-fogo)**

Este tipo de placa é reforçada com fibra de vidro, de modo a melhorar a reacção ao fogo da alma de gesso, sendo adequada para zonas que necessitem de elevada resistência ao fogo. Pode ser aplicada, tal como as placas do tipo A, em todo o tipo de obra seca em espaços interiores.

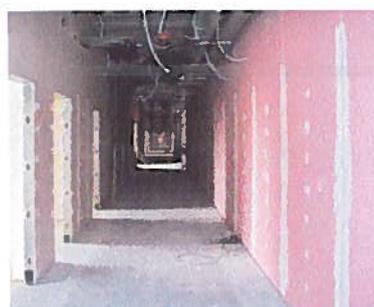


Figura 31: Placa F (anti-fogo).

- **Placa D (Alta dureza)**

Este tipo de placa possui uma densidade controlada e uma dureza superficial melhorada, sendo apropriada para zonas em que seja necessária maior resistência ao impacto, tais como escolas, hospitais e pavilhões. Pode ser aplicada, tal como as placas do tipo A e F, em todo o tipo de obra seca em espaços interiores.

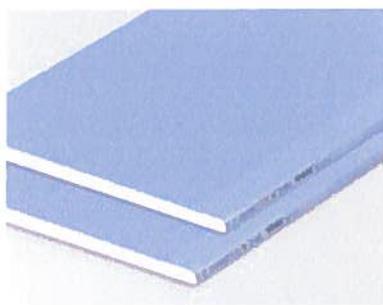


Figura 32: Placa D (alta dureza).

1.1.1.2 Dimensões

Largura: 1200 mm

Comprimento: 2000 mm a 3000 mm

Espessura: 6 mm, 9,5 mm, 12,5 mm, 15 mm e 18 mm

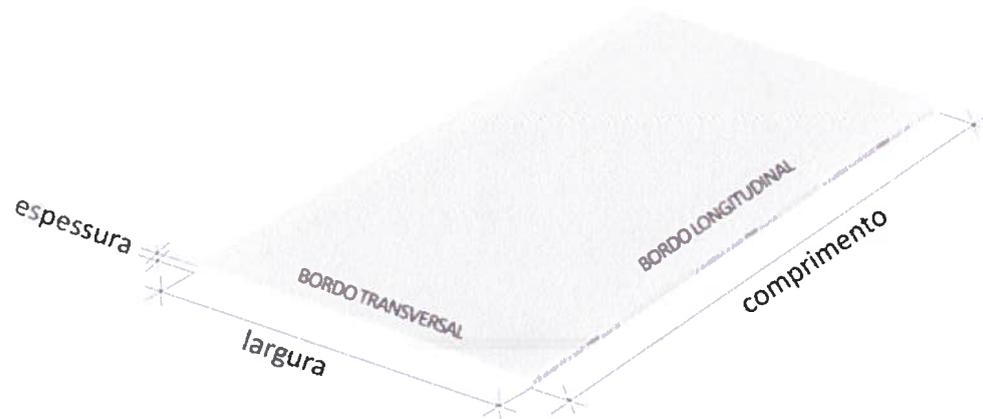


Figura 33: Dimensões das placas de gesso laminado.

1.1.1.3 Bordos

As placas de gesso laminado podem apresentar bordos longitudinais com perfis de vários tipos, consoante a utilização a que se destinam ou o tipo de acabamento. Quanto aos bordos transversais, estes são sempre do tipo cortado (BCT).



Figura 34: Tipos de bordos das placas de gesso laminado.

1.1.1.4 Resistência à flexão

A resistência à flexão, nas direcções longitudinal e transversal, é determinada através de um ensaio especificado na norma EN 520:2004+A1:2009, não devendo os valores obtidos ser inferiores aos valores apresentados na tabela abaixo.

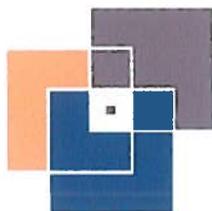


Tabela 30: Rotura à flexão (N).

Tipo de placa		Placa A				Placas H, F e D	
Espessura (mm)		9,5	12,5	15	18	12,5	15
Rotura à flexão (N)	Longitudinal	400	550	650	774	550	650
	Transversal	160	210	250	303	210	250

1.1.1.5 Resistência ao impacto com corpo duro

Para as placas de alta dureza (tipo D), a marca provocada por um impacto de 2,5 J, segundo o método descrito na norma EN 520:2004+A1:2009, não deverá possuir um diâmetro superior a 15 mm.

1.1.1.6 Condutibilidade térmica

De acordo com a norma EN ISO 10456:2007, o coeficiente de condutibilidade térmica depende da massa volúmica das placas de gesso laminado, tal como é apresentado no quadro seguinte:

Tabela 31: Condutibilidade térmica.

Massa volúmica (kg/m ³)	Condutibilidade Térmica λ (W/(m.°C))
700	0,21
900	0,25

1.1.1.7 Higroscopicidade

Em relação à humidade, as placas comportam-se como uma terceira pele, absorvendo a humidade quando o ambiente está excessivamente húmido e libertando humidade quando o ambiente está seco.

1.1.1.8 Curvatura

Em função da sua espessura e tipo, as placas possuem um raio de curvatura natural, que pode oscilar entre 600 e 1500 mm.



FF



1.1.1.9 Estabilidade dimensional

As placas de gesso laminado praticamente não sofrem variações dimensionais até aos 200°C de temperatura. No entanto, são muito sensíveis em relação à humidade relativa do ar, sofrendo variações dimensionais quando sujeitas a humidades compreendidas entre 15% e 90%.

1.1.1.10 Permeabilidade ao ar

As placas de gesso laminado possuem uma permeabilidade ao ar de $1,4 \times 10^{-6} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$, o qual foi determinado segundo a norma EN 12114:2000.

1.1.1.11 Resistência ao vapor de água

De acordo com a norma EN ISO 10456:2007, as placas de gesso laminado possuem um factor de resistência ao vapor de água de 10.

1.1.1.12 Reacção ao fogo

De acordo com a norma EN 520:2004+A1:2009, as placas são classificadas como incombustíveis, de classe A2-s1, d0.

1.1.2 Placas compostas (EN 13950:2005 e EN 14190:2005)

As placas compostas são fabricadas em conformidade com os critérios definidos nas normas EN 13950:2005 e EN 14190:2005. A norma EN 13950:2005 especifica as características e as prestações das placas compostas, de placas de gesso laminado contempladas na norma EN 520:2004+A1:2009, com isolamento térmico/acústico do tipo poliestireno expandido, extrudido ou lã mineral. A norma EN 14190:2005 especifica as características e as prestações das placas compostas, de placas de gesso laminado contempladas na norma EN 520:2004+A1:2009, procedentes de processos secundários, neste caso através da colagem do isolamento térmico e acústico no verso da placa de gesso.

Existem 3 tipos de placas compostas, constituídas por uma placa de gesso laminado e isolamento em poliestireno expandido (EPS), extrudido (XPS) e ainda em aglomerado de cortiça expandida (ICB).. As placas compostas com poliestireno expandido e extrudido encontram-se no âmbito da norma EN 13950:2005, enquanto que as placas compostas com aglomerado de cortiça expandida enquadram-se no âmbito da norma EN 14190:2005.



Estas placas são adequadas para obra seca em interiores, para o isolamento térmico/acústico de elementos construtivos.

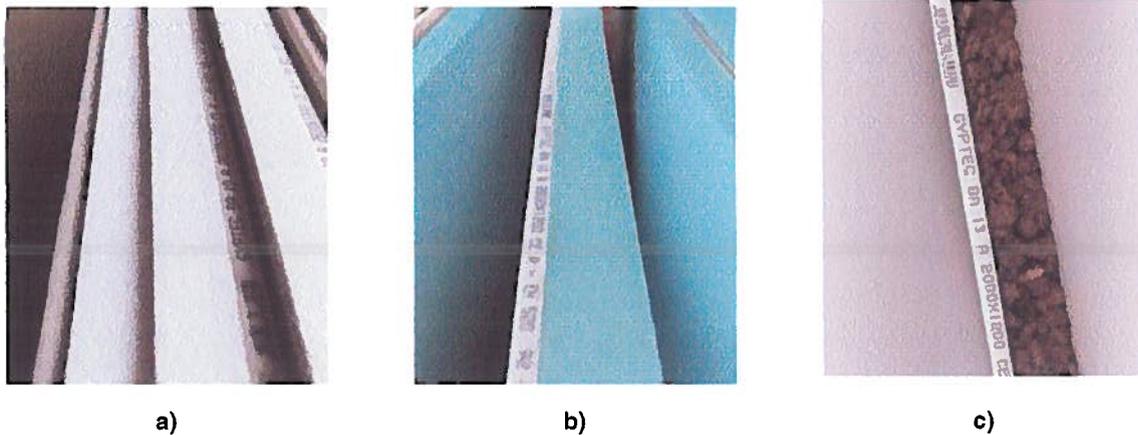


Figura 35: Tipos de placas compostas: a) com EPS, b) com XPS, c) com ICB.

1.1.2.1 Tipos de placas

- **Placa composta com EPS**

Trata-se de uma placa composta de gesso laminado, com isolamento incorporado em poliestireno expandido (EPS) de diferentes espessuras, a qual contribui para a melhoria do desempenho térmico das soluções construtivas.

- **Placa composta com XPS**

Trata-se de uma placa composta de gesso laminado, com isolamento incorporado em poliestireno extrudado (XPS) de diferentes espessuras, a qual contribui para a melhoria do desempenho térmico das soluções construtivas.

- **Placa composta com ICB**

Trata-se de uma placa composta de gesso laminado, com isolamento incorporado em aglomerado de cortiça expandida (ICB) de diferentes espessuras, a qual contribui para a melhoria do desempenho térmico e acústico das soluções construtivas.

1.1.2.2 Dimensões

Largura: 1200 mm

Comprimento: EPS e XPS – 2500 mm e 2600 mm

ICB – 2000 mm e 2400 mm



Espessura: a espessura total das placas compostas é dada pela soma da espessura da placa de gesso laminado com a espessura da camada de isolamento. Em função do tipo de isolamento utilizado, existe o seguinte conjunto de espessuras disponíveis:

Placa Composta EPS: 10-20, 13-20, 10-30, 13-30, 10-40, 13-40, 10-60, 13-60

Placa Composta XPS: 10-20, 13-20, 10-30, 13-30, 10-40, 13-40

Placa ICB: 10-40, 13-40, 10-60, 13-60

(o primeiro valor indicado corresponde à espessura da placa de gesso laminado e o segundo corresponde à espessura do isolamento adicional)

1.1.2.3 Resistência à flexão

O valor da resistência à flexão das placas compostas corresponde ao valor da resistência à flexão da placa de gesso laminado. É possível encontrar esta informação na secção 1.1.1.4 deste documento.

1.1.2.4 Resistência térmica

A resistência térmica (R) das placas compostas é determinada com base na espessura de cada material que compõe as placas e respectivos valores da condutibilidade térmica.

Nas tabelas seguintes apresenta-se a resistência térmica dos vários tipos de placas compostas.

Tabela 32: Resistência térmica das placas compostas com EPS.

Ref. ^a	EPS 10-20	EPS 13-20	EPS 10-30	EPS 13-30	EPS 10-40	EPS 13-40	EPS 10-60	EPS 13-60
R ((m ² .°C)/W)	0,49	0,50	0,79	0,80	1,04	1,05	1,59	1,60

Tabela 33: Resistência térmica das placas compostas com XPS.

Ref. ^a	XPS 10-20	XPS 13-20	XPS 10-30	XPS 13-30	XPS 10-40	XPS 13-40
R ((m ² .°C)/W)	0,59	0,60	0,89	0,90	1,14	1,15

Tabela 34: Resistência térmica das placas compostas com ICB (Gypcork).

Ref. ^a	ICB 10-40	ICB 13-40	ICB 10-60	ICB 13-60
R ((m ² .°C)/W)	1,04	1,05	1,54	1,55

PF



1.2 - Estrutura metálica

A estrutura metálica utilizada nos sistemas de divisórias é composta por perfis em aço, enformados a frio, fabricados de acordo com as especificações da norma EN 14195:2005, e que devem possuir as seguintes espessuras mínimas para as prestações indicadas neste manual:

- Perfis montante: $0,60 \pm 0,05$ mm;
- Perfis raia: $0,55 \pm 0,05$ mm.

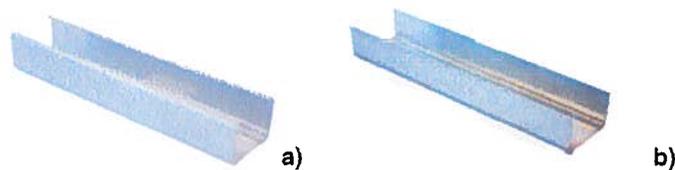


Figura 36: Perfis metálicos utilizados em divisórias: a) Perfil montante; b) Perfil raia.

1.2.1 Tipos de perfis metálicos

1.2.1.1 Perfil montante

Trata-se de perfis verticais em “C”, utilizados na construção de paredes divisórias, os quais são aplicados entre os perfis raia, com um afastamento entre si dependente do tipo de solução a construir, aos quais são aparafusadas as placas de gesso.

Os sistemas construtivos utilizam normalmente perfis montante com 48, 70 e 90 mm de largura.

1.2.1.2 Perfil raia

Trata-se de perfis horizontais em “U”, utilizados na construção de paredes divisórias, para assegurar a ligação das respectivas extremidades superior e inferior ao suporte. Também poderão ser usados como perfis perimetrais na construção de alguns tipos de tectos contínuos.

Os sistemas construtivos utilizam normalmente perfis raia com 48, 70 e 90 mm de largura.

1.2.2 Acessórios

Trata-se de peças complementares utilizadas na montagem de divisórias de compartimentação leves.



1.3 - Massas de colagem e barramento

1.3.1 Massas de colagem

As massas de colagem destinam-se à fixação das placas de gesso aos diferentes tipos de suporte e deverão ser fabricadas de acordo com o estabelecido na norma EN 14496:2005. Este tipo de produto é fornecido em pó, sendo a mistura com água realizada em obra. Podem existir diferentes tipos de massas de colagem, em função dos tipos de placas a fixar ou tipo de suporte.

Para o efeito, existe uma mistura de cola adesiva de secagem rápida que permite a colagem de todos os tipos de placas de gesso laminado e o enchimento de juntas.



Figura 37: Massa de colagem.

1.3.2 Massas para juntas e acabamentos

Estas massas destinam-se ao enchimento de juntas, colagem de bandas e camadas de acabamento e deverão ser fabricadas de acordo com o estabelecido na norma EN 13963:2005. Este tipo de produto é fornecido em pó, sendo a mistura com água realizada em obra. Podem ter apenas uma função ou ser polivalentes e permitir a realização de todos os trabalhos identificados acima.



Figura 38: Massas para juntas e acabamentos.



1.4 - Bandas de juntas

Estas bandas, normalmente em papel, são utilizadas no tratamento de juntas, de modo a garantir a continuidade do conjunto de placas de gesso da solução.

Existem bandas de papel microperfurado, armadas e adesivas.

1.5 - Parafusos

Os parafusos podem ser de vários tipos e estão indicados para a união dos vários componentes dos sistemas em placas de gesso.

De uma forma geral, podem ser agrupados em dois tipos, "Placa-Metal" (tipo PM) e "Metal-Metal" (tipo MM), consoante o material do componente.

Os parafusos tipo PM são autoroscantes e destinam-se à união das placas de gesso aos perfis metálicos, pelo que nunca deverão ser utilizados na ligação entre perfis.

Os parafusos tipo MM podem ser autoperfurantes ou autoroscantes e destinam-se à união de perfis metálicos. Este tipo de ligação pode, em alternativa, estabelecer-se por cravamento (através de alicate próprio), desde que seja garantida a mesma resistência da ligação por aparafusamento.

2 - Transporte, Manuseamento e Armazenagem

Neste capítulo são apresentadas algumas regras a ter em conta durante as fases de transporte, manuseamento e armazenagem das placas de gesso. O cumprimento das regras permite que o trabalho decorra dentro da normalidade e com a qualidade final pretendida.

- O manuseamento das paletes, quer seja durante a carga, descarga ou no local da obra, deve ser realizado recorrendo a ajuda de empilhadores ou gruas com unhas de descarga na sua máxima abertura.

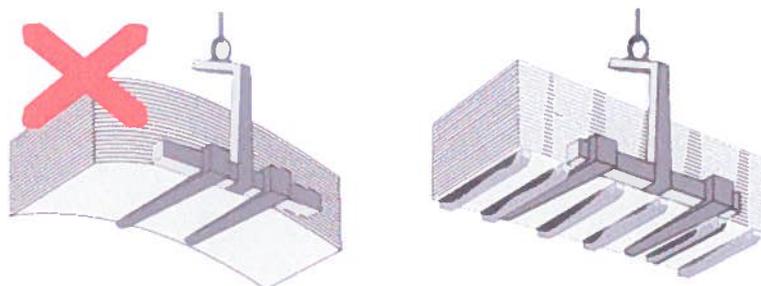


Figura 39: Carga e descarga de paletes.

- As placas devem ser sempre armazenadas num local abrigado, livre de humidade e limpo. Devem também ser colocadas sobre um pavimento horizontal e plano. A obra deverá encontrar-se fechada e totalmente seca. Caso ainda não se verifiquem as condições ideais de humidade, a construção deverá ser ventilada até que seque.

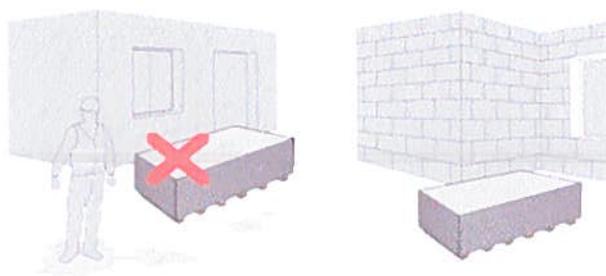


Figura 40: Armazenamento das placas de gesso.

- As placas devem ser mantidas envoltas em plástico e colocadas sobre os calços respeitando o seu posicionamento original, determinado pela fábrica, de modo a que a distribuição do peso da paleta seja distribuído uniformemente.

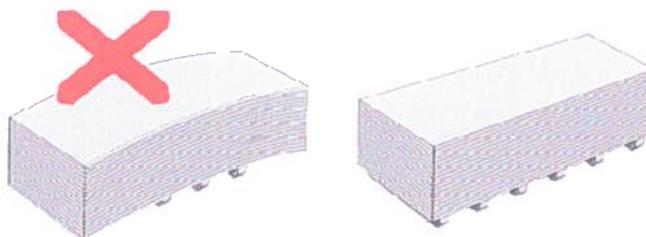


Figura 41: Colocação das placas sobre calços.

- Se o local de armazenamento reunir todos os requisitos de acondicionamento, é possível empilhar até 6 paletes de placas de gesso, caso contrário é aconselhado empilhar, no máximo, 4 paletes. Quando empilhadas, cada paleta terá de ser separada por calços para não danificar as restantes placas.

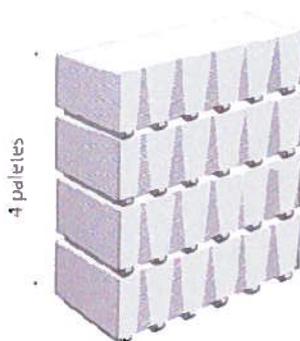


Figura 42: Empilhamento de paletes.

- Quando for impossível o acesso de meios mecânicos, a descarga deverá ser feita manualmente por duas pessoas. Nesta situação, devem transportar-se as placas na vertical e com o recurso aos acessórios destinados para esse fim.

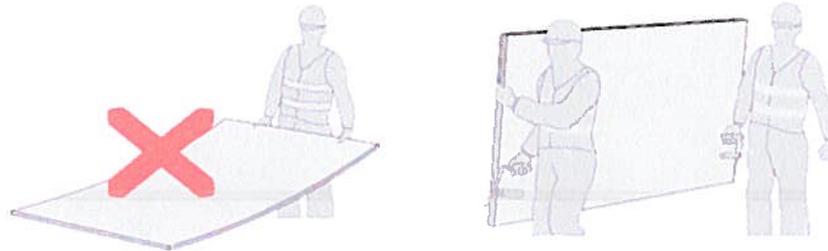


Figura 43: Transporte manual de placas.

- As placas devem ser sempre colocadas na posição deitada e sobre barrotos de madeira. Nunca deverão ficar encostadas a paredes ou qualquer outro tipo de apoio. Deverá também ter-se o cuidado de manter as placas em local seguro, onde não fiquem sujeitas a choques ou outras condições que as possam danificar.

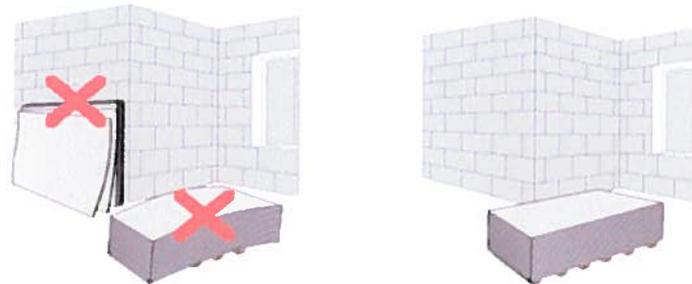


Figura 44: Armazenamento das placas no interior da obra.

- Depois de armazenadas no interior da obra, as placas devem adaptar-se às condições de humidade e temperatura do local, pelo que se recomenda que seja aliviado o plástico que as confina.
- As massas de colagem ou barramento, os perfis metálicos e acessórios devem igualmente armazenar-se em local abrigado, limpo e seco.
- Os desperdícios das placas devem, no final da obra, ser cortados em pedaços e reencaminhados para reciclagem.

3 - Sistemas de divisórias

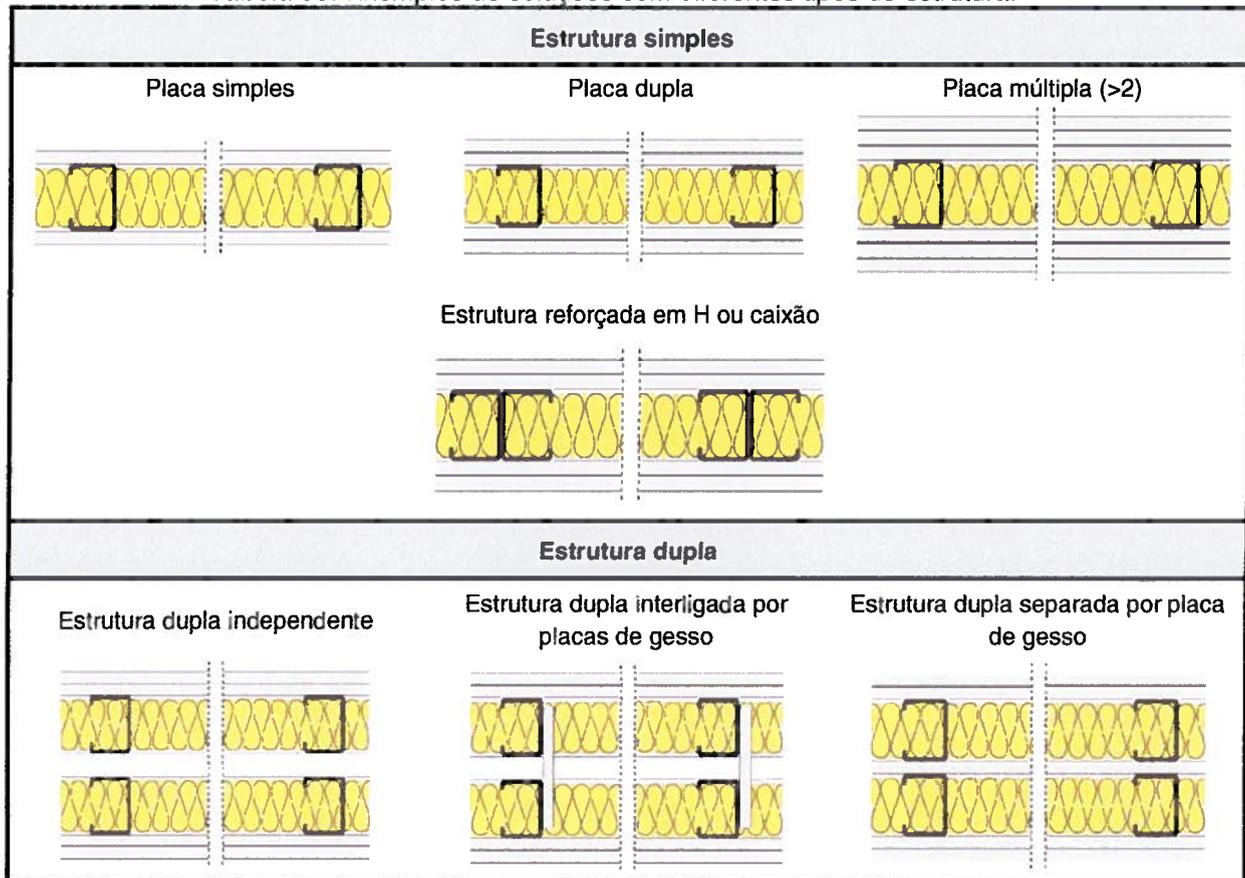
3.1 - Generalidades

Os sistemas de divisórias em placas de gesso são geralmente utilizados, no interior de edifícios, para compartimentação de espaços. Mediante as exigências estruturais e funcionais do tipo de utilização dos compartimentos, estes sistemas podem apresentar um elevado número de combinações, fazendo variar o tipo de estrutura, o tipo e afastamento de montantes, o número e tipo de placas em cada face e o eventual preenchimento da(s) caixa(s)-de-ar com isolamento térmico/acústico.

A modulação da estrutura metálica pode ser de 400 mm ou de 600 mm, correspondendo à distância entre eixos dos perfis montante. Estas modulações são aplicáveis em ambiente seco, pelo que, no caso de aplicação em ambientes de humidade média ou elevada, a distância entre montantes deve ser limitada a 400 mm.

A tabela seguinte apresenta algumas das combinações com diferentes tipos de estrutura.

Tabela 35: Exemplos de soluções com diferentes tipos de estrutura.



3.2 - Determinação da altura máxima dos sistemas

A determinação das alturas máximas, pelos métodos descritos neste Manual, tanto para o caso de divisórias de estrutura simples, como para o caso de estrutura dupla, apenas será válida se as divisórias se encontrarem aplicadas nas seguintes condições:

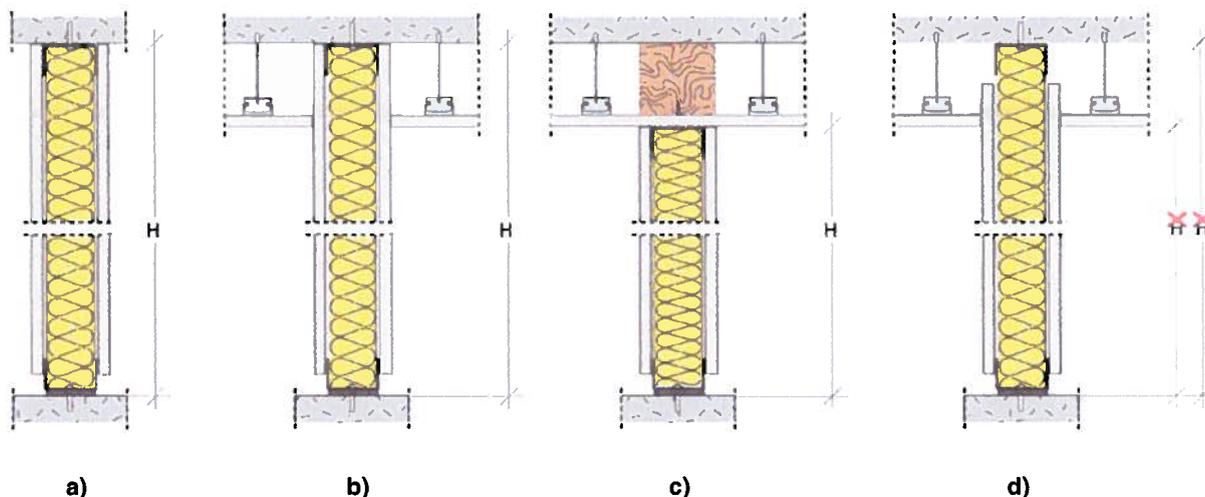


Figura 45: Condições a observar na determinação das alturas máximas.

Refira-se que a situação c) da figura anterior apenas tem validade se a ligação entre a divisória e o tecto for rígida.

Em qualquer caso, as divisórias não poderão ter uma altura superior a 15 m.

3.2.1 Altura máxima de sistemas de estrutura simples

Na escolha da solução a aplicar numa divisória deve ter-se em conta a altura máxima recomendada, para evitar danos estruturais ou funcionais, designadamente deformações excessivas. A determinação das alturas máximas a considerar para divisórias baseia-se num método descrito na norma UNE 102043:2013, a qual define uma relação entre a altura máxima de uma dada solução e a altura máxima e inércia de uma solução de referência. A solução de referência é constituída por montantes de 48 mm, afastados de 600 mm. Dependendo da espessura total das placas em cada face desta solução, a altura de referência varia.

A inércia de referência corresponde à inércia do perfil metálico do montante e assume o valor de: $I_0=2.43 \text{ cm}^4$.

As alturas de referência são as seguintes:



Tabela 36: Alturas de referência em função da espessura total de placas, em cada face da solução.

Espessura total das placas por face (mm)	Altura de referência H_0 (m)
12.5 ≤ - > 18.0	2.50
18.0 ≤ - > 25.0	2.80
25.0 ≤ - > 30.5	3.00
30.5 ≤ - > 36.0	3.20
≥ 36.0	3.35

Considerando que a deformação máxima, para qualquer solução, deve ser igual à deformação máxima da solução de referência, é possível calcular a altura máxima de uma dada solução a partir da seguinte expressão:

$$H = H_0 \sqrt[4]{\frac{I_{\Delta}}{I_0}}$$

em que,

H – Altura máxima da solução a instalar (m);

H_0 – Altura máxima da solução de referência, para uma dada espessura de placas em cada face (m);

I_{Δ} – momento de inércia do perfil montante da solução a instalar (m^4);

I_0 – momento de inércia do perfil montante da solução de referência (m^4).

Os valores a adotar para I_{Δ} , em função do tipo de montante, devem ser os seguintes:

Tabela 37: Momentos de inércia dos perfis montante a instalar.

Perfil montante	I_{Δ} (cm^4)
48	2.43
70	6.51
90	11.97
100	15.03
125	25.38
150	39.24

No caso do afastamento entre montantes ser de 400 mm, o momento de inércia I_{Δ} deverá ser multiplicado por 1.5. Para estruturas reforçadas em H ou caixão, o momento de inércia I_{Δ} deverá ser multiplicado por 2.



Para a utilização do método descrito, os perfis montante a instalar devem apresentar uma inércia mínima igual às inércias apresentadas na tabela anterior e todos os elementos devem ser aplicados seguindo as recomendações deste Manual.

A tabela seguinte apresenta as alturas máximas para as soluções mais correntes de estrutura simples.

Tabela 38: Alturas máximas para divisórias de estrutura simples ou reforçada em H ou caixão.

Perfil montante	Afastamento entre montantes	Espessura total das placas por face (mm)	Altura máxima est. simples (m)	Altura máxima est. H ou caixão (m)
48	600	12.5 ≤ - > 18.0	2.60	2.95
		18.0 ≤ - > 25.0	2.80	3.35
		25.0 ≤ - > 30.5	3.00	3.55
		30.5 ≤ - > 36.0	3.20	3.80
		≥ 36.0	3.35	4.00
	400	12.5 ≤ - > 18.0	2.80	3.30
		18.0 ≤ - > 25.0	3.10	3.70
		25.0 ≤ - > 30.5	3.30	3.95
		30.5 ≤ - > 36.0	3.55	4.20
		≥ 36.0	3.70	4.40
70	600	12.5 ≤ - > 18.0	3.20	3.80
		18.0 ≤ - > 25.0	3.60	4.25
		25.0 ≤ - > 30.5	3.85	4.55
		30.5 ≤ - > 36.0	4.10	4.85
		≥ 36.0	4.30	5.10
	400	12.5 ≤ - > 18.0	3.55	4.20
		18.0 ≤ - > 25.0	3.95	4.70
		25.0 ≤ - > 30.5	4.25	5.05
		30.5 ≤ - > 36.0	4.55	5.40
		≥ 36.0	4.75	5.65
90	600	12.5 ≤ - > 18.0	3.75	4.40
		18.0 ≤ - > 25.0	4.15	4.95
		25.0 ≤ - > 30.5	4.45	5.30
		30.5 ≤ - > 36.0	4.75	5.65
		≥ 36.0	5.00	5.95
	400	12.5 ≤ - > 18.0	4.10	4.90
		18.0 ≤ - > 25.0	4.60	5.50
		25.0 ≤ - > 30.5	4.95	5.90
		30.5 ≤ - > 36.0	5.30	6.30
		≥ 36.0	5.55	6.55

FF



3.2.2 Altura máxima de sistemas de estrutura dupla

Para divisórias de estrutura dupla a metodologia para determinação das alturas máximas é análoga à apresentada para divisórias de estrutura simples.

Neste caso, o momento de inércia de cada um dos perfis é dado por: $I_{\Delta} + A \cdot (X_g + d/2)^2$.

A expressão para determinação da altura máxima de uma dada divisória de estrutura dupla passa, portanto, a:

$$H = H_0 \sqrt{\frac{[I_{\Delta} + A \cdot (X_g + d/2)^2] \cdot N \cdot E}{I_0}}$$

em que,

H – Altura máxima da solução a instalar (m);

H_0 – Altura máxima da solução de referência, para uma dada espessura de placas em cada face (m);

I_1 – momento de inércia do perfil montante da solução a instalar (m⁴);

I_0 – momento de inércia do perfil montante da solução de referência (2.43x10⁻⁸ m⁴);

A – Secção do perfil montante (m²);

X_g – Distância entre a extremidade e o centro de gravidade da secção do perfil montante (m);

d – Distância entre os perfis montante (m);

N – Número de montantes: 2 para uma divisória de estrutura dupla normal e 4 para uma divisória de estrutura dupla reforçada em H ou caixão;

E – coeficiente que tem em conta o afastamento dos montantes: 1 para um afastamento de 600 mm e 1.5 para um afastamento de 400 mm.

Para divisórias de estrutura dupla, as alturas de referência são as seguintes:

Tabela 39: Alturas de referência em função da espessura total de placas, em cada face da solução.

Espessura total das placas por face (mm)	Altura de referência H_0 (m)
12.5 ≤ - > 18.0	2.55
18.0 ≤ - > 25.0	2.85
25.0 ≤ - > 30.5	3.05
30.5 ≤ - > 36.0	3.25
≥ 36.0	3.40



Os valores a adoptar de I_d , X_g e A , em função do tipo de montante devem ser os seguintes:

Tabela 40: Valores de I_d , X_g e A da secção de cada tipo de montante.

Perfil de montante	I_d (cm ⁴)	X_g (mm)	A (cm ²)
48	2.43	22.14	0.651
70	6.51	33.79	0.776
90	11.97	43.75	0.936
100	15.03	48.72	0.977
125	25.38	61.16	1.110
150	39.24	74.37	1.250

A tabela seguinte apresenta as alturas máximas para as soluções mais correntes de estrutura dupla, considerando um exemplo de afastamento de 20 mm entre as duas estruturas.

Tabela 41: Alturas máximas para divisórias de estrutura dupla normal e reforçada em H ou caixão, admitindo um afastamento de 20 mm entre as duas estruturas.

Perfil montante nas duas estruturas	Afastamento entre montantes da mesma estrutura	Espessura total das placas por face (mm)	Altura máxima est. normal (m)	Altura máxima est. H ou caixão (m)
48	600	12.5 ≤ - > 18.0	4.20	5.00
		18.0 ≤ - > 25.0	4.70	5.60
		25.0 ≤ - > 30.5	5.05	6.00
		30.5 ≤ - > 36.0	5.40	6.40
		≥ 36.0	5.65	6.70
	400	12.5 ≤ - > 18.0	4.70	5.55
		18.0 ≤ - > 25.0	5.25	6.20
		25.0 ≤ - > 30.5	5.60	6.65
		30.5 ≤ - > 36.0	5.95	7.10
		≥ 36.0	6.25	7.40
70	600	12.5 ≤ - > 18.0	5.20	6.20
		18.0 ≤ - > 25.0	5.85	6.95
		25.0 ≤ - > 30.5	6.25	7.45
		30.5 ≤ - > 36.0	6.65	7.90
		≥ 36.0	6.95	8.30
	400	12.5 ≤ - > 18.0	5.80	6.85
		18.0 ≤ - > 25.0	6.45	7.70
		25.0 ≤ - > 30.5	6.90	8.20
		30.5 ≤ - > 36.0	7.35	8.75
		≥ 36.0	7.70	9.15

FF

Tabela 41: Alturas máximas para divisórias de dupla estrutura normal ou reforçada em H ou caixão (continuação).

Perfil de montante nas duas estruturas	Afastamento entre montantes da mesma estrutura	Espessura total das placas por face (mm)	Altura máxima est. normal (m)	Altura máxima est. H ou caixão (m)
90	600	12.5 ≤ - > 18.0	6.05	7.20
		18.0 ≤ - > 25.0	6.80	8.05
		25.0 ≤ - > 30.5	7.25	8.65
		30.5 ≤ - > 36.0	7.75	9.20
		≥ 36.0	8.10	9.60
	400	12.5 ≤ - > 18.0	6.70	8.00
		18.0 ≤ - > 25.0	7.50	8.95
		25.0 ≤ - > 30.5	8.05	9.55
		30.5 ≤ - > 36.0	8.55	10.20
		≥ 36.0	8.95	10.65

Note-se que as considerações anteriormente descritas apenas têm validade se os perfis montante a instalar apresentarem características iguais ou superiores às apresentadas na Tabela 40 e se a ligação entre as estruturas e a montagem de todos os elementos for realizada de acordo com as recomendações deste Manual.

Caso se opte por uma solução de estrutura dupla sem ligação interna, a determinação das alturas máximas das soluções deve obedecer ao prescrito para revestimentos com estrutura autoportante sem fixação ao suporte, constante na secção 4.2.2.2.

3.3 - Comprimento máximo dos sistemas

No caso de divisórias devem admitir-se os seguintes comprimentos livres máximos entre pontos de intersecção ou elementos de reforço de rigidez (montantes reforçados em caixão, por exemplo):

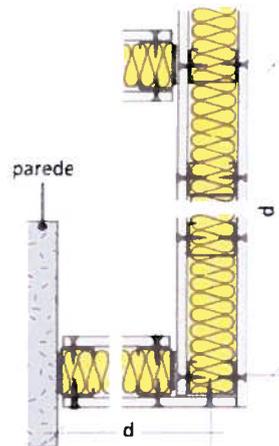


Figura 46: Comprimentos livres máximos.

Tabela 42: Distância máxima admissível entre elementos de reforço ou intersecções.

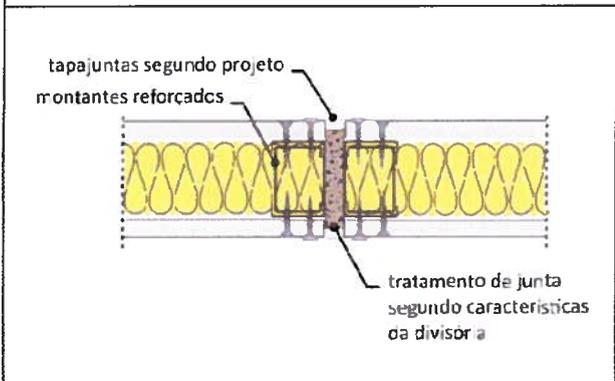
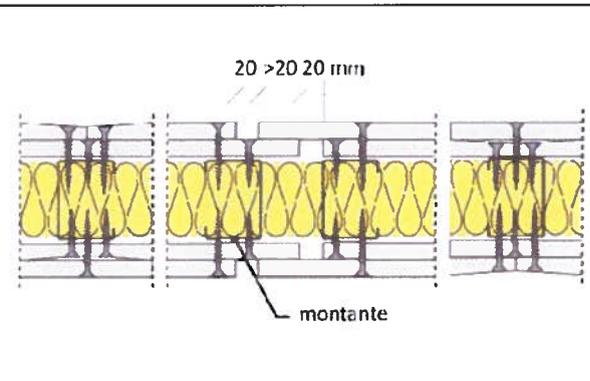
Tipo de montante	Nº de placas por face	Espessura das placas (mm)	Comprimento máximo, d (mm)
48	1	12.5	5
		≥15	6
	2	12.5	8
		≥15	10
70	1	12.5	5
		≥15	7
	2	12.5	8
		≥15	12
≥90	1	12.5	5
		≥15	7
	2	12.5	8
		≥15	12

3.4 - Juntas de dilatação

Em divisórias devem ser previstas juntas de dilatação a cada 15 m.

A tabela seguinte apresenta os pormenores construtivos de juntas de dilatação em divisórias.

Tabela 43: Pormenores construtivos de juntas de dilatação em divisórias.

Estrutura simples – Placa simples	Estrutura simples – Placa dupla
 <p>tapajuntas segundo projeto</p> <p>montantes reforçados</p> <p>tratamento de junta segundo características da divisória</p>	 <p>20 > 20 20 mm</p> <p>montante</p>



Em qualquer caso, note-se que deve ser garantida a existência de uma junta de dilatação sempre que haja atravessamento de uma junta de dilatação do edifício.

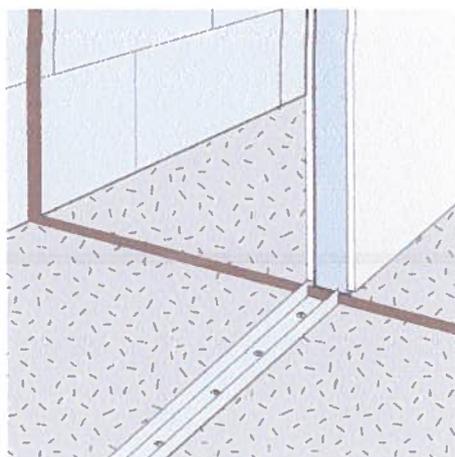


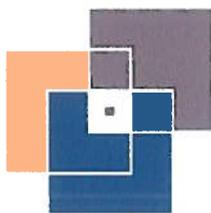
Figura 47: Junta de dilatação do edifício.

4 - Aplicação em ambientes húmidos

Na tabela seguinte apresentam-se alguns exemplos de classificação de espaços em função do seu grau de humidade.

Tabela 44: Classificação dos espaços em função do grau de humidade.

Classificação	Descrição	Exemplos
Humidade reduzida	A água é utilizada apenas na limpeza e nunca em forma de água projectada.	Dormitórios, salas, salas de aula, quartos de hotel, hospitais, escritórios, etc.
Humidade média	A água é utilizada apenas na manutenção e limpeza e nunca em forma de água projectada, mas pode projectar-se na forma de vapor. Em qualquer dos casos realiza-se esporadicamente.	Cozinhas, lavabos, casas de banho privadas.
Humidade elevada	Presença, ocasional, de emissão de água a baixa pressão (inferior a 60 atm). Também poderá existir na forma de vapor, mas por períodos mais extensos que no caso anterior.	Instalações sanitárias colectivas, lavandarias colectivas e cozinhas colectivas.
Humidade muito elevada	Presença de água em estado líquido e de vapor, de forma praticamente sistemática. Admite-se a limpeza com emissão de água a alta pressão.	Centros aquáticos, piscinas, balneários e casas de banho colectivas. Cozinhas e instalações sanitárias. Indústrias lácteas. Lavandarias industriais.



4.1 - Humidade reduzida

Em sistemas expostos a um ambiente com humidade reduzida, devem ser cumpridas as recomendações de montagem específicas para cada tipo de sistema, não sendo exigidas regras adicionais.

4.2 - Humidade média

- No caso de sistemas com uma só placa, esta deve ser do tipo H1, de 15 mm de espessura e a modulação dos montantes deve ser de 400 mm.
- No caso de sistemas de placa dupla ou múltipla, com placas de 15 mm de espessura ou superior, só a(s) exposta(s) ao ambiente húmido devem ser do tipo H1. Com placas de 12,5 mm de espessura, todas as placas devem ser do tipo H1. Independentemente da espessura da placa, a modulação dos montantes é de 400 ou 600 mm. No entanto, em locais onde sejam previsíveis ciclos pontuais de humidade elevada, a modulação do sistema deve ser, em qualquer caso, de 400 mm.
- Nas zonas de banheiras ou duchas e, como regra geral, em todos os casos em que os sistemas construtivos de placa de gesso sejam revestidos com elementos cerâmicos, devem ser reforçados tanto o perímetro do compartimento, ao nível do pavimento, como as verticais em cantos ou encontros (reentrantes ou salientes), através da aplicação de bandas de reforço e de impermeabilização, com cerca de 200 mm de largura, tendo como objectivo assegurar uma total estanquidade.

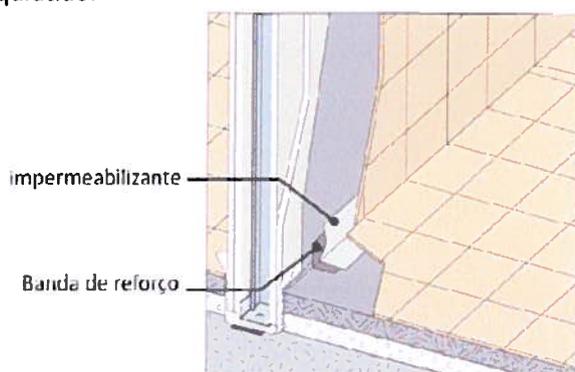


Figura 48: Reforço do perímetro do compartimento com impermeabilizantes e bandas de reforço.

4.3 - Humidade elevada

Devem ser seguidas as recomendações definidas para ambientes de humidade média, com excepção do caso de sistemas de placa dupla ou múltipla, em que todas as placas de gesso laminado devem ser do tipo H1. Nestes casos, além do indicado para zonas de banheiras e duchas em ambientes de humidade média, é recomendado que, previamente à aplicação dos elementos cerâmicos ou da pintura, toda a superfície da parede seja tratada com um agente impermeabilizante. Além disso, o tratamento do perímetro do compartimento, ao nível do pavimento, e de todos os cantos ou encontros verticais (reentrantes ou salientes), deve incluir, adicionalmente, uma impermeabilização especial sobre os produtos referidos para o caso de humidade média. Este procedimento deve ser respeitado, existam ou não equipamentos sanitários com risco de queda de água.

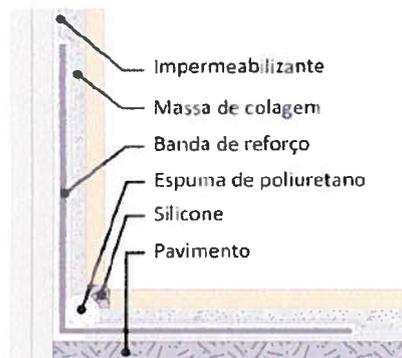


Figura 49: Reforço do sistema de impermeabilização no perímetro inferior do compartimento e cantos ou encontros verticais.

4.4 - Humidade muito elevada

Em ambientes com humidade muito elevada não é recomendável a aplicação de sistemas em placas de gesso.

5 - Recomendações de montagem

No presente capítulo são apresentadas as medidas necessárias para uma correcta aplicação e montagem de divisórias em placas de gesso, que garantam um bom desempenho da solução e um efeito visual exemplar.



5.1 - Preparação da obra

De acordo com a norma UNE 102043:2013, é recomendável que a obra cumpra algumas condições, de forma a permitir a correcta execução dos sistemas construtivos em placas de gesso, designadamente:

- As fachadas, outras paredes e coberturas, em contacto com as soluções em placas de gesso, deverão estar totalmente concluídas e impermeabilizadas;
- A obra deverá estar totalmente fechada e seca; para isso deverá garantir-se que todos os vãos e caixas de estore se encontrem aplicados em obra;
- Em obra deverá garantir-se as seguintes condições ambientais interiores: assegurar uma ventilação adequada, temperatura não inferior a 5°C e uma humidade relativa inferior a 80%;
- Garantir a existência do número necessário de tomadas de água e electricidade, em função do tamanho da obra (no mínimo, uma por piso);
- Todas as tubagens das instalações técnicas deverão encontrar-se instaladas na sua posição definitiva;
- Os ramais de alimentação de luminárias, aparelhos sanitários, radiadores, etc., deverão ficar instalados no interior dos sistemas em placas de gesso, ficando em espera até ao momento da aplicação dos respectivos aparelhos;
- Os tectos deverão estar totalmente rebocados e acabados, salvo no caso de estar prevista a execução de tectos suspensos;
- Os pavimentos deverão estar finalizados e nivelados, e o seu revestimento aplicado (ladrilho, pedra, etc.) ou a respectiva camada de assentamento do revestimento, no caso de se tratar de revestimentos que possam ser danificados (por exemplo madeira);
- Todos os elementos a integrar na montagem dos sistemas construtivos devem estar devidamente armazenados e disponíveis em obra.

5.2 - Regras básicas

5.2.1 Aparafusamento das placas aos perfis

1. As fixações devem ser aplicadas de forma contínua e de modo a que cada parafuso atravesse a(s) placa(s) na sua totalidade, e exceda a(s) espessura(a) da(s) placa(s) em, pelo menos, 10 mm.

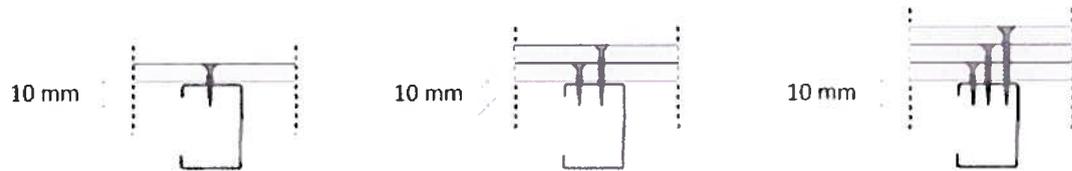


Figura 50: Aplicação dos parafusos.

A tabela seguinte indica os comprimentos de parafusos necessários para a fixação das placas nas situações mais correntes.

Tabela 45: Comprimentos de parafusos a utilizar na fixação de placas.

Espessura da placa (mm)	Nº de placas	Comprimento do parafuso (mm)
12.5	1	25
	2	35
	3	55
15	1	25
	2	45
	3	55
18	1	35
	2	55

- No aparafusamento de placas de gesso deve assegurar-se que o parafuso se mantenha perpendicular à placa e que penetre na mesma, apenas o suficiente para que a cabeça do parafuso fique embebida.

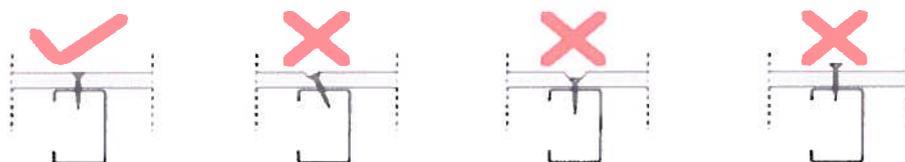


Figura 51: Perpendicularidade dos parafusos e respectiva penetração na placa.

- As fixações devem ser aplicadas a uma distância mínima de 10 mm do bordo longitudinal da placa de gesso.

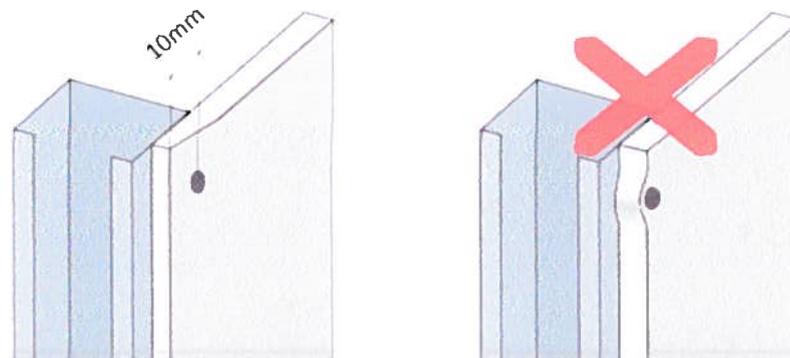


Figura 52: Distância mínima das fixações em relação ao bordo longitudinal.

4. As fixações devem ser aplicadas a uma distância mínima de 15 mm do bordo transversal da placa de gesso.

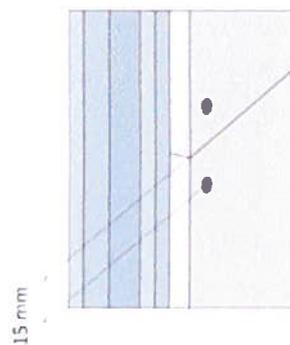


Figura 53: Distância mínima das fixações em relação ao bordo transversal.

5. As fixações no bordo longitudinal de duas placas contíguas não devem ficar alinhadas.

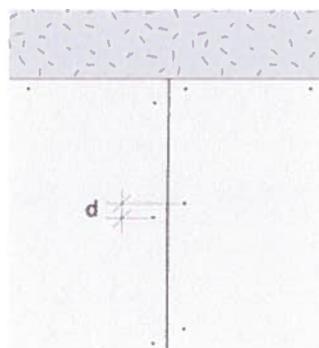


Figura 54: Fixações no bordo longitudinal de duas placas contíguas.



5.2.2 Corte das placas

A dimensão mínima admissível em panos contínuos de divisórias, nas duas direcções, é de 350 mm. Podem, no entanto, existir casos excepcionais, em que as condições da obra obriguem à utilização de placas com larguras inferiores. Nestes casos, deve tomar-se maior cuidado no que diz respeito ao corte da placa e à sua fixação.

No corte das placas deve também garantir-se que as juntas transversais das placas fiquem desfasadas numa distância mínima de 400 mm.

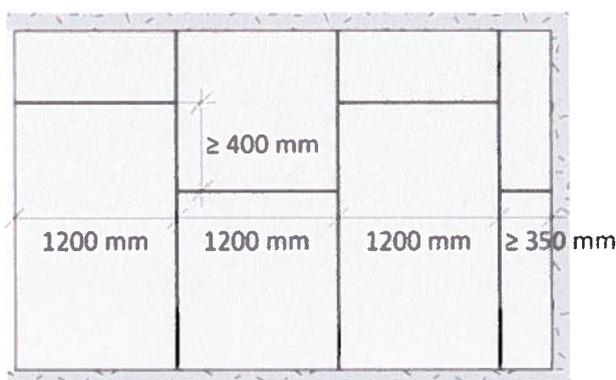


Figura 55: Dimensão mínima admissível das placas e desfasamento das juntas transversais das placas, em divisórias.

5.2.3 Juntas entre placas

Nas juntas entre placas deve garantir-se que estas ficam encostadas, tanto quanto possível. Nas juntas longitudinais admite-se um afastamento máximo de 3 mm.

5.2.4 Cuidados especiais com isolamentos e instalações técnicas

1. Sempre que esteja prevista a aplicação de isolamento no interior de divisórias, este deverá ficar correctamente fixado, de modo a garantir que o isolamento ocupe todo o comprimento e altura do sistema construído.
2. Na modulação do sistema deve, sempre que possível, ficar definida a localização de aberturas e instalações técnicas, de modo a evitar o corte e perfuração da estrutura metálica do sistema de placas de gesso. No caso de não ser possível evitar o corte ou perfuração da estrutura metálica, deve garantir-se o adequado reforço estrutural, através da colocação de perfis auxiliares.

3. Todas as aberturas para aplicação de caixas técnicas ou quaisquer outros elementos embutidos em sistemas de divisórias devem ficar convenientemente isolados.

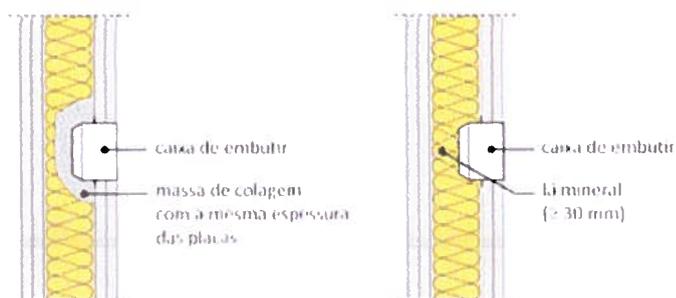


Figura 56: Isolamento de aberturas para aplicação de caixas técnicas.

4. Sempre que seja necessária a perfuração das placas para passagem de tubagem de água, a abertura deve ser selada em torno do tubo, com produto adequado, de forma a garantir a total estanquidade do sistema.

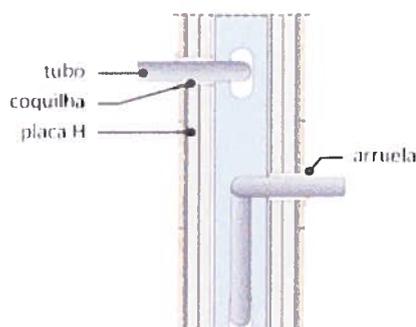


Figura 57: Selagem de aberturas para passagem de tubagem de água.

5. Em divisórias com elementos embutidos nas duas faces, deve ter-se o cuidado de desfasar os elementos, para garantir que estas zonas não atravessam completamente a espessura do sistema aplicado.

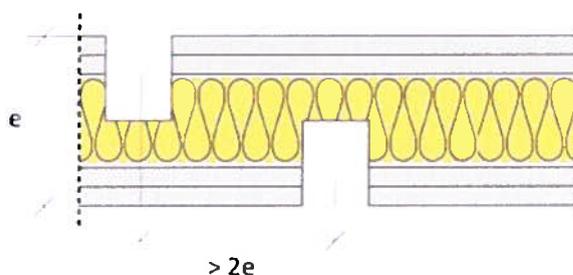


Figura 58: Desfasamento de elementos embutidos.

6. Em divisórias de estrutura dupla, em que ambas as estruturas se encontrem totalmente desligadas, é recomendável, sempre que possível, a separação do pavimento de assentamento, através da criação de uma junta ao longo do eixo da divisória. Este princípio minimiza a transmissão de ruídos entre os compartimentos.

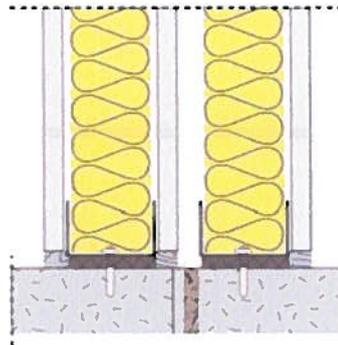


Figura 59: Junta ao longo do eixo da divisória.

7. Na definição do sistema de uma divisória de estrutura dupla, deve ter-se em consideração que a aplicação de uma ou mais placas intermédias melhora o desempenho acústico.

5.3 - Regras particulares para divisórias

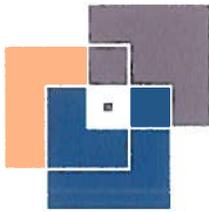
5.3.1 Sequência de montagem

De uma forma geral, a montagem de sistemas construtivos de divisórias em placas de gesso deve respeitar a seguinte sequência de procedimentos:

- Implantação do sistema;
- Aplicação dos elementos horizontais – perfis raia;
- Aplicação dos elementos verticais – perfis montante;
- Aplicação das placas.

5.3.2 Implantação do sistema

Os trabalhos de implantação devem ser realizados o mais rigorosamente possível, para que não haja desvios em relação ao previsto em projecto.



Nesta fase, ficará definida a modulação do sistema, localização de possíveis aberturas e instalações técnicas.

Em certas situações, poderão ocorrer dúvidas acerca da montagem de um determinado sistema, aconselhando-se, nestes casos, a delimitar uma zona ampla no local da obra, onde não estejam a decorrer outros trabalhos, para a realização de testes.

5.3.3 Aplicação dos elementos horizontais – perfis raia

1. Os perfis raia inferiores devem ser colocados sobre o pavimento já revestido ou sobre uma camada de assentamento (betonilha).
2. No caso de aplicação do perfil raia directamente sobre uma laje de betão, deve ser sempre aplicada uma película de polietileno. Esta película deve prolongar-se 20 mm acima do revestimento final, sempre que se trate de uma zona húmida (cozinha, casa-de-banho, etc.). Além deste procedimento, deve ainda colocar-se tiras de material flexível adequado, para garantir que não haja ligação entre o enchimento do pavimento e a parede divisória.

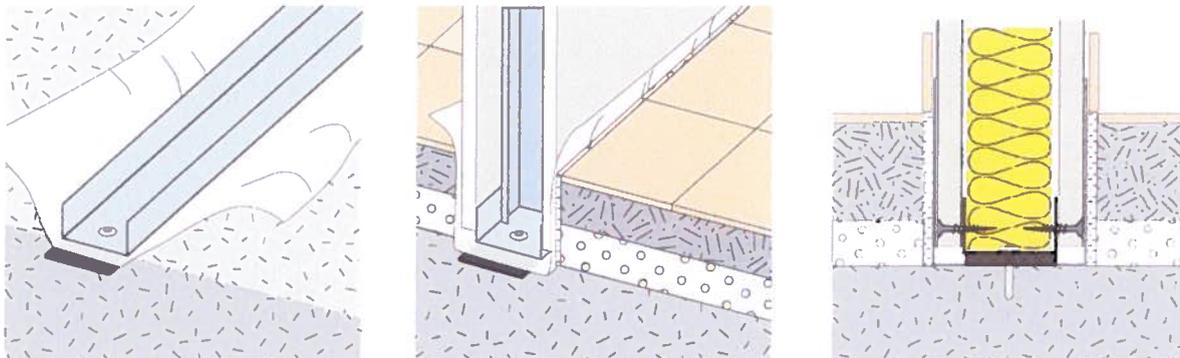


Figura 60: Aplicação de película de polietileno, entre a laje de betão e o perfil raia, e de tiras de material flexível, para separação da divisória do enchimento da laje.

3. Recomenda-se que os perfis raia superiores sejam aplicados sob a face inferior do tecto já revestido, mesmo no caso de estar prevista a execução de um tecto em placas de gesso. Se por imposição da obra for necessário fixar os perfis raia ao tecto constituído por placas de gesso, é aconselhável a realização de um estudo técnico para definir a solução de ligação mais eficaz em termos estruturais e acústicos (a prever no interior da caixa-de-ar do tecto).

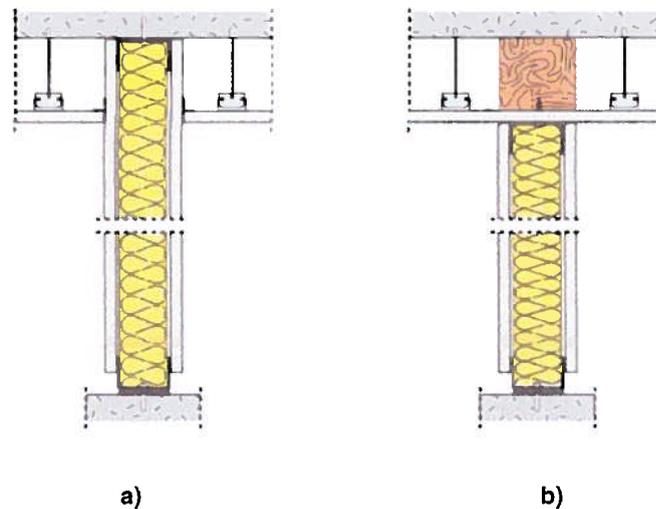


Figura 61: Aplicação do perfil raia superior: a) directamente na laje; b) sob tecto contínuo de placas de gesso.

- Os perfis raia devem ser sempre aplicados com uma banda acústica colada na superfície de contacto com o suporte.

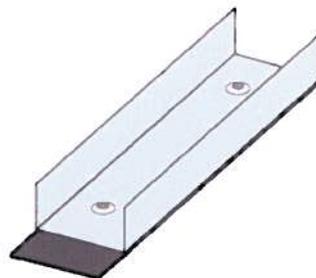


Figura 62: Aplicação de banda acústica entre o perfil raia e o suporte.

- O tipo de fixação a utilizar na ligação dos perfis ao elemento de suporte, depende da natureza deste último. A selecção do elemento de fixação adequado deve ser feita seguindo as recomendações dos respectivos fabricantes.
- Nas raias aplicadas num suporte resistente, devem ser utilizadas fixações afastadas, no máximo de 600 mm. No caso de o suporte ser um elemento menos resistente, como um tecto contínuo em placas de gesso, por exemplo, o afastamento máximo entre fixações deverá ser de 400 mm.

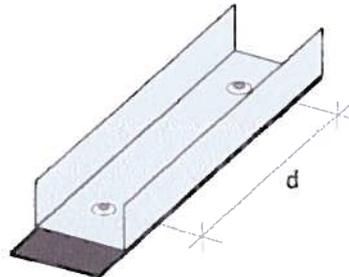


Figura 63: Afastamento entre fixações.

7. As fixações das extremidades não devem encontrar-se a uma distância superior a 50 mm da extremidade do perfil.

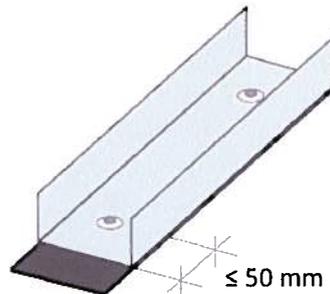


Figura 64: Distância da fixação de extremidade ao topo do perfil raia.

8. No caso de elementos aplicados na extremidade de uma laje, a fixação do perfil raia deve encontrar-se a, pelo menos, 50 mm do limite da laje. No caso de perfis raia com 48 mm de altura de alma, recomenda-se que sejam efectuados uns recortes no banzo para permitir planificar o perfil metálico nessas zonas e aplicar fixações.

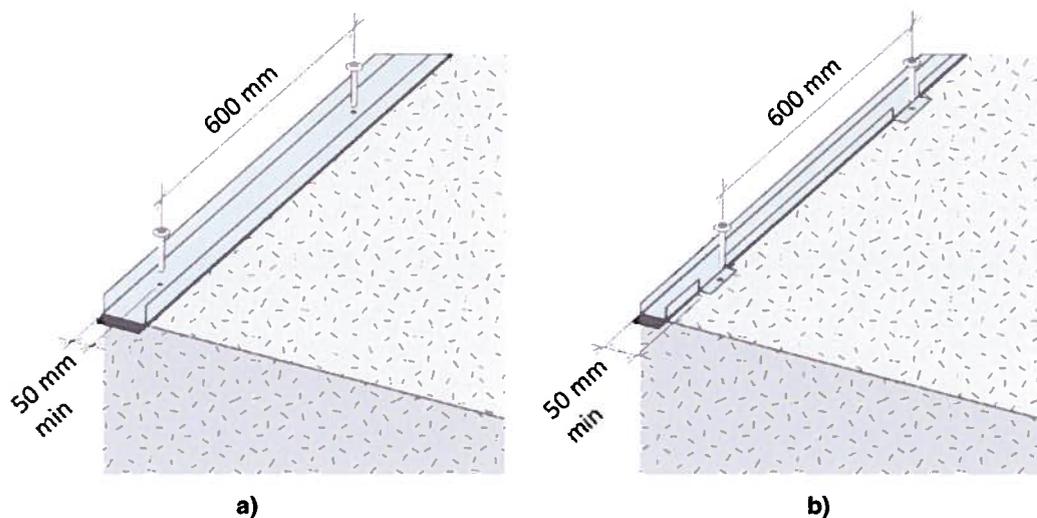


Figura 65: Fixação do perfil raia na extremidade de uma laje: a) perfis de 70 mm e 90 mm; b) perfil de 48 mm.

9. Para elementos de comprimento superior ou igual a 500 mm, devem ser aplicadas, no mínimo, 3 fixações. Para elementos de comprimento inferior a 500 mm são sempre necessárias 2 fixações.

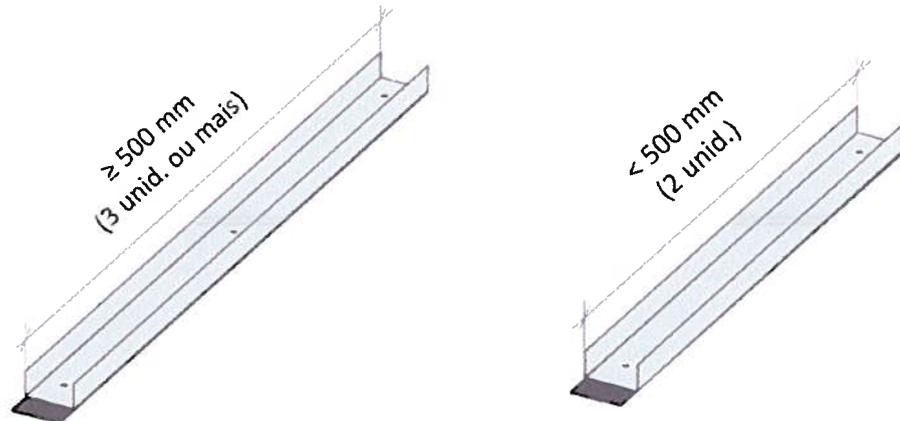


Figura 66: Número de fixações em função do comprimento do perfil.

10. É permitida a interrupção do perfil raia inferior ou superior, num comprimento máximo de 300 mm, desde que se verifique uma estrita imposição de descontinuidade durante a construção da divisória.
11. A continuidade dos perfis raia deve ser garantida por encosto simples entre eles e nunca por sobreposição.

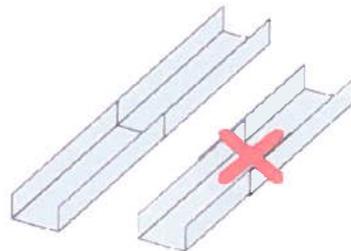


Figura 67: Perfis raia em continuidade.

12. Nas intersecções de divisórias, os perfis raia devem encontrar-se espaçados de uma espessura equivalente à da placa ou placas da divisória em continuidade.

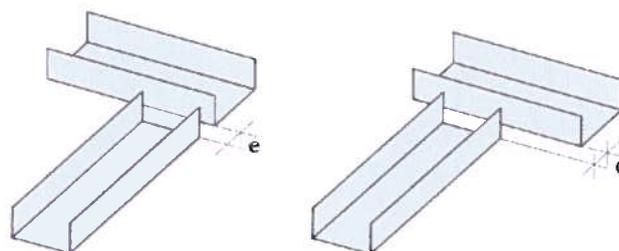


Figura 68: Afastamento entre perfis raia de divisórias que se intersectam.

13. Em zonas de portas ou outras aberturas, as extremidades dos perfis raia inferiores devem ser quinados a 90°, por forma a ficarem com um troço vertical de altura igual ou superior a 150 mm. Os perfis raia superiores devem manter-se contínuos, excepto em casos em que a altura da abertura coincida com o espaço livre entre o pavimento e o tecto. Em zonas de janelas, tanto o perfil raia inferior como o superior mantêm-se contínuos.

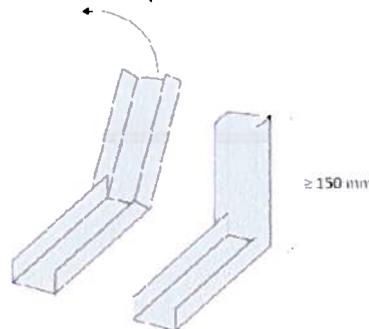


Figura 69: Quinagem dos perfis raia em zonas de aberturas.

5.3.4 Aplicação dos elementos verticais – perfis montante

1. O comprimento dos perfis montante deve ser estimado como sendo igual à altura útil (altura entre o tecto e o pavimento) menos 10 mm.

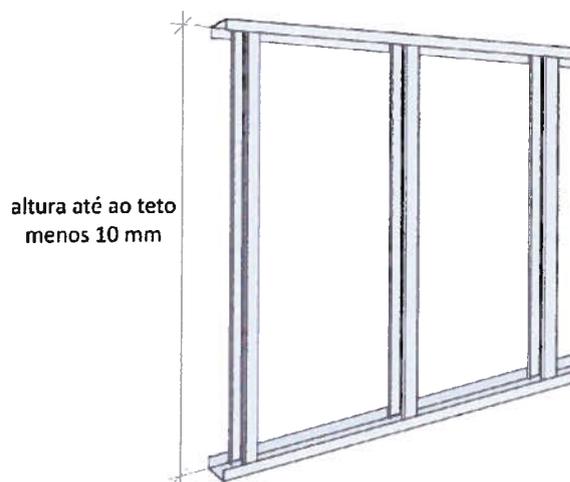
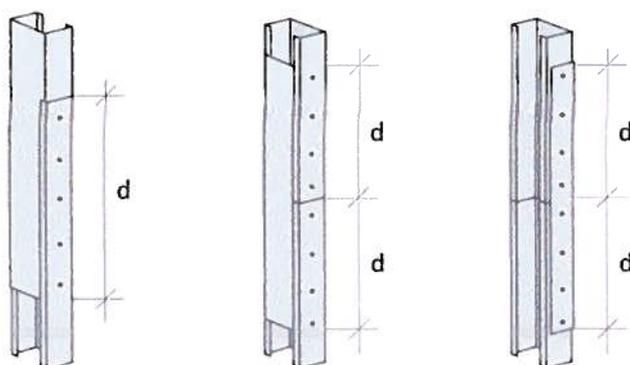


Figura 70: Comprimento dos perfis montante.

2. Sempre que haja necessidade de execução de emendas, estas devem ser realizadas por sobreposição dos perfis montante ou com a utilização de peças auxiliares (realizadas em perfil raia, por exemplo). O comprimento mínimo da sobreposição dos perfis montante ou do perfil raia, para cada lado da junta, deve ser adoptado em função do tipo de perfil dos montantes a emendar.



Perfil 48 mm: $d=240$ mm
Perfil 70 mm: $d=350$ mm
Perfil 90 mm: $d=450$ mm

Figura 71: Emendas possíveis em perfis montante.

As emendas devem garantir uma perfeita solidarização dos perfis, através de parafusos tipo MM (metal-metal).

3. As emendas dos vários perfis montante de uma estrutura nunca devem ficar alinhadas à mesma altura.

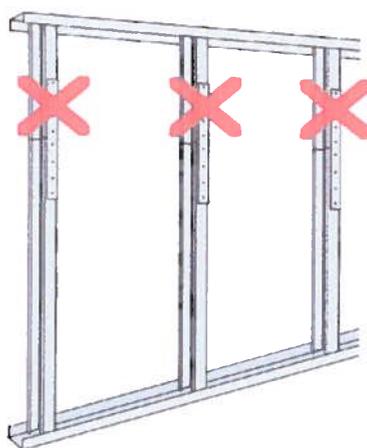


Figura 72: Alinhamento de emendas em perfis montante.

4. Os perfis montante de extremidade (ou de arranque) devem ser fixos a elementos construtivos ou estruturais existentes, de igual forma ao referido para a fixação dos perfis raia ao suporte.

Deve, portanto, garantir-se um afastamento máximo entre fixações de 600 mm, e uma distância não superior a 50 mm entre as fixações de início e fim e a extremidade do perfil montante.

Para elementos de comprimento igual ou superior a 500 mm deve garantir-se um mínimo de 3 fixações. Para elementos de comprimento inferior devem garantir-se 2 fixações.

Deve ainda ser aplicada uma banda acústica perimetral entre o perfil montante e o suporte.

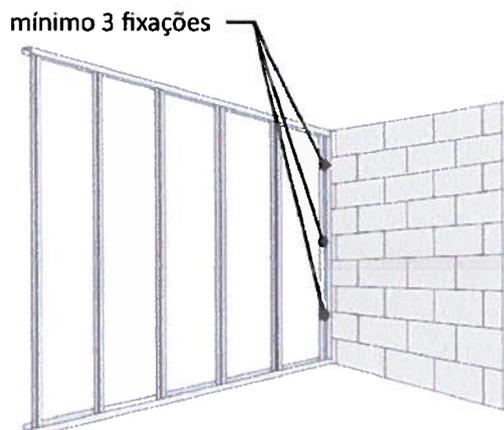


Figura 73: Fixação mínima de perfis montante de extremidade.

- Os perfis montante de extremidade devem ser aparafusados aos elementos horizontais (perfis raia), inferiores e superiores, com parafusos tipo MM (metal-metal) e nunca do tipo PM (placa-metal).
- Os perfis montante de extremidade devem ser sempre contínuos desde o pavimento até ao tecto. No entanto, são permitidas interrupções pontuais, desde que as condições em obra as justifiquem. O comprimento total das interrupções pode atingir um comprimento máximo equivalente a 40% da altura da divisória, sendo repartidas, caso necessário, de forma a que cada interrupção não possua um comprimento superior a 250 mm.

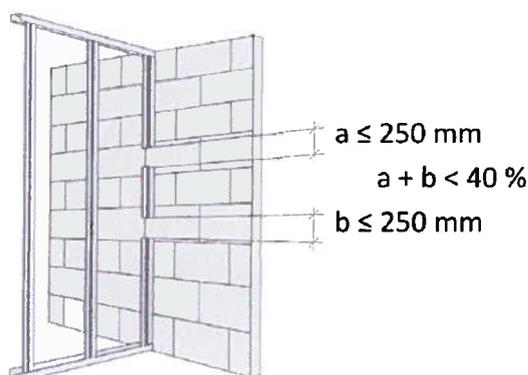


Figura 74: Interrupções permitidas nos perfis montante de extremidade.

- Os perfis montante intermédios devem encaixar entre os perfis raia inferior e superior através da direcção mais estreita. Seguidamente, são colocados na direcção correcta (alma perpendicular ao plano da parede), através de rotação simples. Estes perfis montante não

devem ser ligados aos perfis raia, através de qualquer tipo de fixação, excepto em casos de pontos singulares que se exige que se mantenham fixos, tais como intersecções, aberturas, zonas de suporte de cargas, ou outros pontos especiais. Nestes casos, são utilizados parafusos tipo MM (metal-metal).

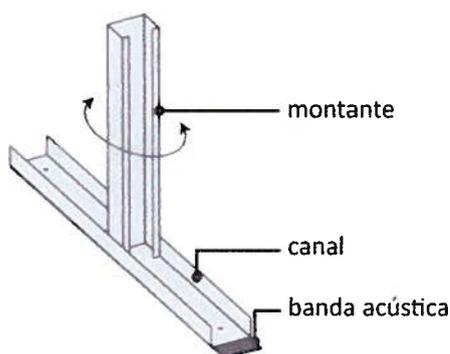


Figura 75: Encaixe dos perfis montante nos perfis raia.

- No caso de soluções com perfis montante duplos em "H", a ligação entre os dois perfis é realizada através de parafusos tipo MM (metal-metal), afastados, no máximo, 900 mm e, sempre que possível, em quincôncio (zigzag).

As juntas dos perfis devem encontrar-se desfasadas, no mínimo, de 400 mm.

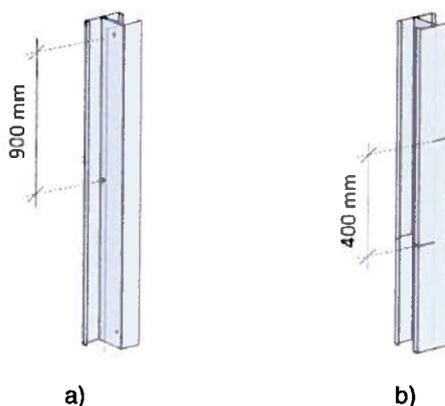


Figura 76: Ligação entre dois perfis montante: a) parafusos em quincôncio; b) juntas em perfis montante em "H".

- O afastamento entre perfis montante deve ser de 400 mm ou 600 mm, conforme a solução construtiva adoptada.

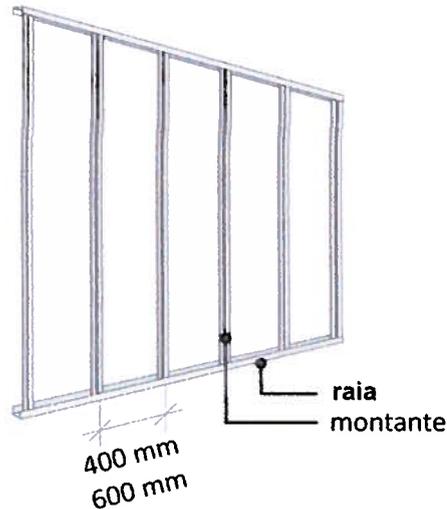


Figura 77: Afastamento entre perfis montante.

10. Os perfis montante devem ser colocados sempre no mesmo sentido, com excepção dos perfis da extremidade final ou dos que limitam aberturas ou zonas preparadas para suportar objectos pesados.

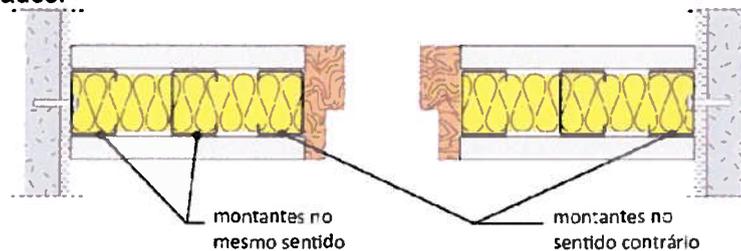


Figura 78: Posição dos perfis montante.

11. No corte e montagem dos perfis montante deve ter-se o cuidado de garantir que as perfurações dos perfis, para passagem de instalações técnicas se mantenham ao mesmo nível, de modo a facilitar a aplicação das mesmas, no interior das paredes.

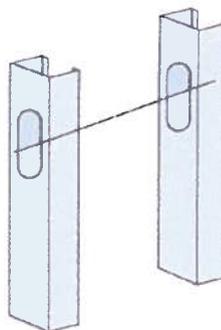


Figura 79: Alinhamento das perfurações dos perfis montante.

12. No caso de divisórias com duas estruturas totalmente independentes, afastadas entre si e sem uma camada de placas de gesso no eixo da divisória, estas podem ser interligadas por pedaços de placa simples de 12,5 mm de espessura e com altura mínima de 300 mm, de forma a conferir maior rigidez ao sistema. As placas devem aplicar-se a uma distância máxima de 300 mm do pavimento e do tecto e com um afastamento máximo entre elas de 900 mm.

Refira-se que a aplicação excessiva destes reforços pode causar um elevado aumento da rigidez do sistema, prejudicando o desempenho acústico.

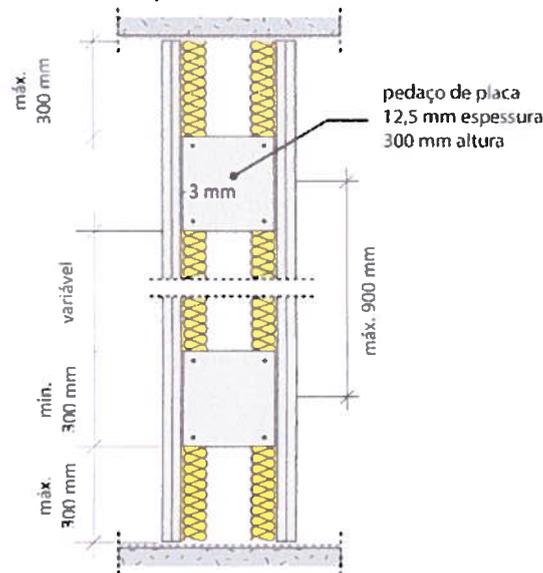


Figura 80: Ligações entre estruturas.

13. Em pontos singulares como intersecções, devem aplicar-se perfis montante de reforço, ligados aos perfis raia inferior e superior, sem interromper a modulação dos perfis montante intermédios:

- Em cantos, os perfis montante de arranque devem ser interligados, utilizando parafusos do tipo PM (placa-metal), os quais devem atravessar a(s) placa(s) da divisória em continuidade.

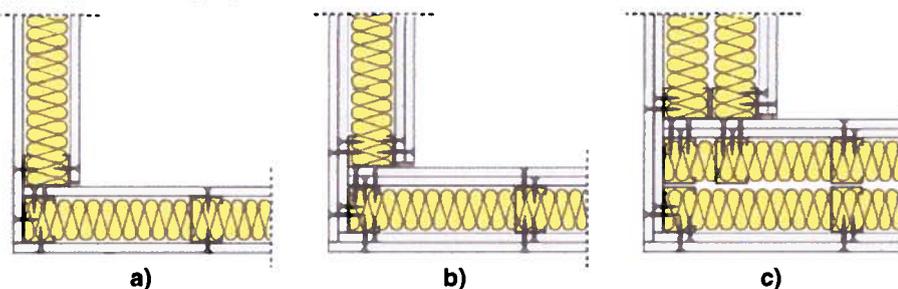


Figura 81: Ligações em cantos: a) Estrutura simples – placa simples; b) Estrutura simples – placa dupla; c) Estrutura dupla – placa dupla.

- Em encontros, o perfil de arranque deve ser ligado ao(s) perfil(s) montante de reforço, colocado no interior da parede em continuidade, através de parafusos do tipo PM (placa-metal), os quais devem atravessar a(s) placa(s) desta última.

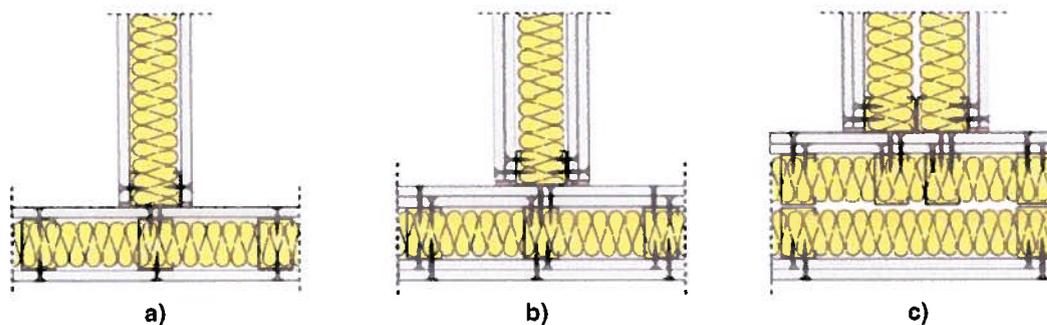


Figura 82: Ligações em encontros em T: a) Estrutura simples – placa simples; b) Estrutura simples – placa dupla; c) Estrutura dupla – placa dupla.

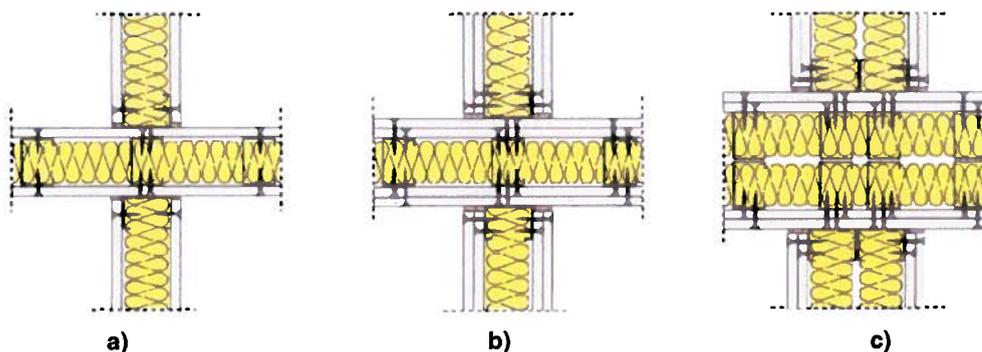


Figura 83: Ligações em encontros em cruz: a) Estrutura simples – placa simples; b) Estrutura simples – placa dupla; c) Estrutura dupla – placa dupla.

- No caso de um encontro cujo elemento em continuidade já se encontre finalizado e sem reforço no interior, o perfil montante de arranque da nova parede pode ser ligado directamente à(s) placa(s) da divisória existente, através de buchas de expansão. Neste caso, as fixações na vertical devem ter um afastamento máximo de 300 mm e, se possível, colocadas em quincôncio (zigzag).

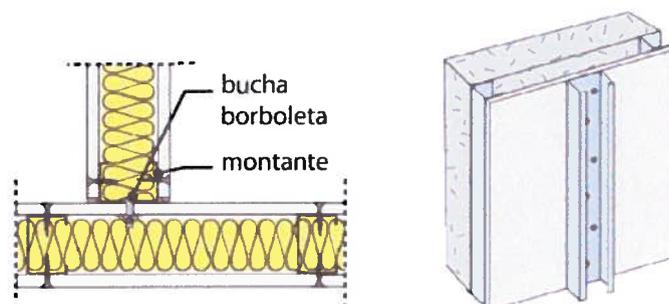


Figura 84: Ligação de um perfil montante de arranque a um sistema existente.

14. Os perfis montante em zonas de aberturas devem, como já referido, encontrar-se ligados às raia inferior e superior, através de parafusos tipo MM (metal-metal). Estes perfis montante não devem interromper a modulação dos perfis montante intermédios da divisória.
15. No caso de portas ou janelas, deve ser aplicado nos limites superior e inferior (no caso de janelas) da abertura um perfil raia, quinado nas extremidades a 90°, por forma a ficar com um troço vertical igual ou superior a 150 mm. Estas extremidades devem colocar-se no sentido da abertura e ligar-se aos perfis montante que limitam a abertura, através de parafusos tipo MM (metal-metal). No caso de aberturas de altura igual à altura da divisória, esta prática não se aplica.

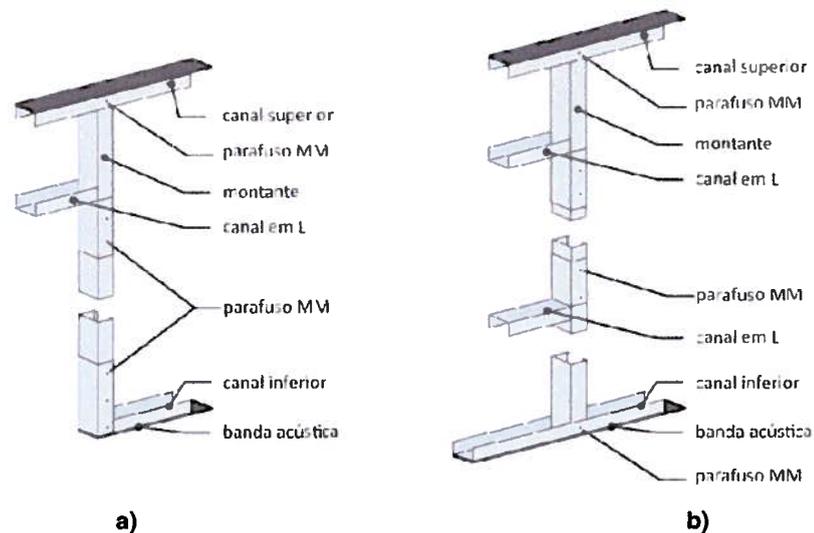


Figura 85: Estrutura metálica em: a) portas; b) janelas.

16. Nas zonas sobre e sob (no caso de janelas) as aberturas devem ser reforçados os perfis montante que delimitam a abertura, através de troços do mesmo tipo de perfil, os quais devem ser ligados aos perfis horizontais (perfis raia) e aos próprios perfis que reforçam, utilizando parafusos tipo MM (metal-metal).
17. Nas zonas referidas no ponto anterior, devem também aplicar-se troços de perfil montante intermédios, na posição necessária para respeitar a modulação da divisória e a localização das juntas das placas. Estes troços não têm de ser ligados aos perfis raia, a menos que se trate de uma abertura de grandes dimensões que possa comprometer a estabilidade da divisória ou o correcto acabamento final. Pode mostrar-se necessário adicionar troços de perfil montante para que, na aplicação das placas em "bandeira" (referidas na secção 6.3.5), não coincidam juntas de faces opostas da divisória no mesmo montante.

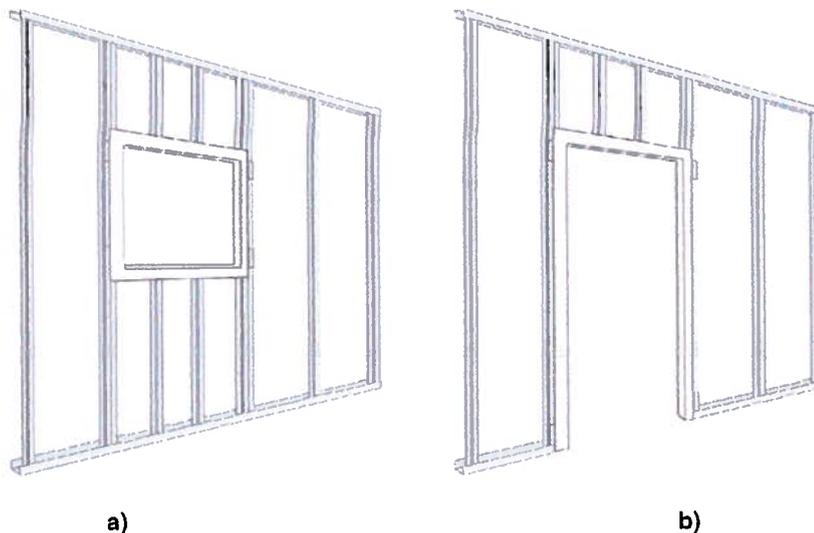


Figura 86: Estrutura metálica em: a) janelas; b) portas.

5.3.5 Aplicação das placas

1. No revestimento de uma divisória devem ser aplicadas, numa primeira fase, as placas de gesso numa das faces. Seguidamente, devem ser instalados todos os equipamentos e acessórios previstos, como instalações técnicas, reforços para aplicação de cargas elevadas, isolamentos térmico/acústico, entre outros. Por fim, e após uma verificação cuidadosa do que estava inicialmente previsto e o que foi instalado no interior da divisória, deve proceder-se ao fecho da divisória, através da aplicação das placas na face oposta.
2. Na construção de divisórias, a aplicação de placas deve ser iniciada a partir de uma extremidade e terminada na extremidade oposta. As placas não devem ser aplicadas a partir das extremidades para o centro da divisória.
3. As placas devem ser aplicadas verticalmente, encostadas ao tecto e afastadas 10 mm do pavimento, para garantir que não há contacto com possíveis humidades.

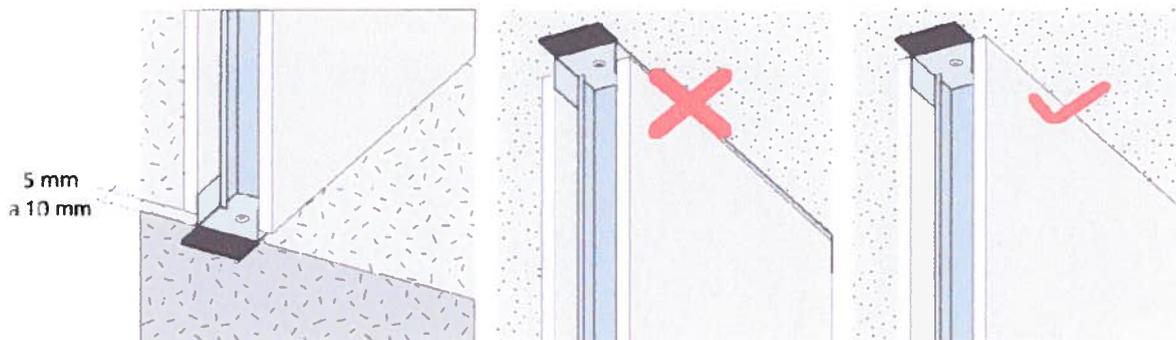


Figura 87: Aplicação das placas encostadas ao tecto e afastadas 10 mm do pavimento.

4. As placas devem ser colocadas longitudinalmente na direcção dos perfis montante. Em divisórias de placa dupla ou múltipla as placas podem ser aplicadas em qualquer direcção.
5. Em divisórias de placa simples as juntas transversais podem, em certos casos, ficar alinhadas desde que fiquem ocultas por um tecto contínuo suspenso.

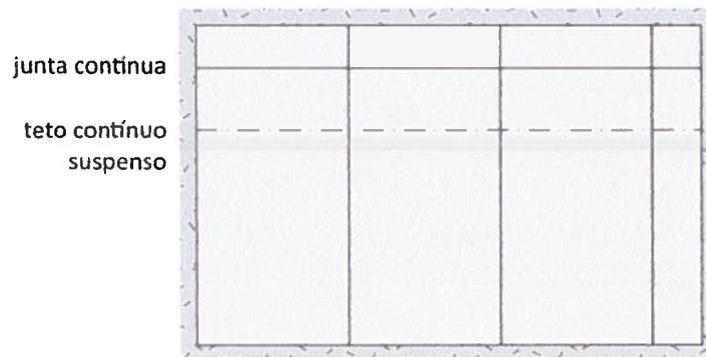


Figura 88: Alinhamento de juntas transversais.

6. As juntas das placas, tanto na direcção transversal como na direcção longitudinal, devem ficar desfasadas entre as duas faces da divisória e entre camadas consecutivas na mesma face.

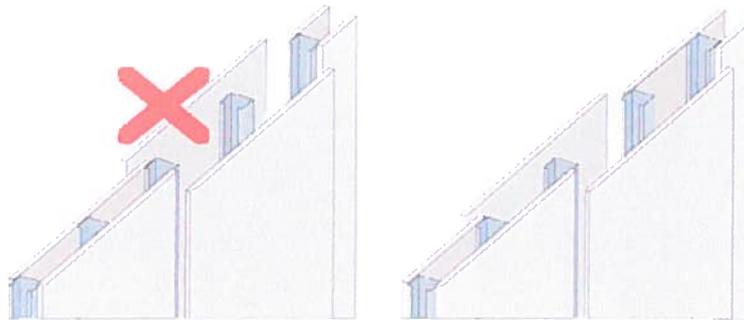


Figura 89: Juntas longitudinais em divisórias de placa simples.

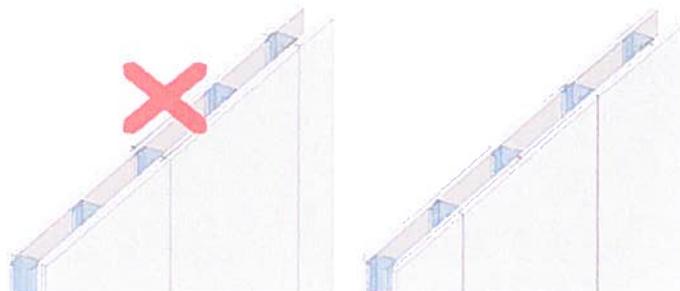


Figura 90: Juntas longitudinais em divisórias de placa dupla.

7. A ligação das placas à estrutura metálica deve ser realizada em todos os perfis montante, através de parafusos do tipo PM (placa-metal) afastados, no máximo, 250 mm. No caso de divisórias de placa dupla, as placas interiores poderão ser fixas com um afastamento máximo de 700 mm, desde que o tempo de aplicação da segunda camada não exceda 48h. Caso esta condição não se verifique, deverá usar-se 250 mm de afastamento.

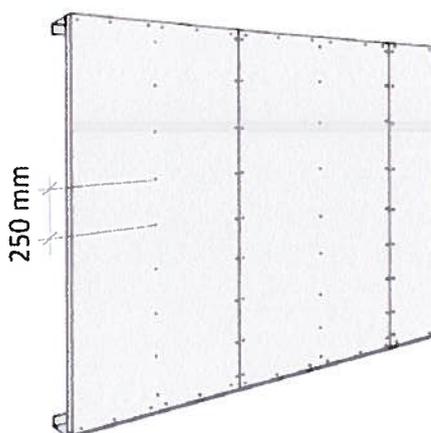


Figura 91: Afastamento entre fixações das placas aos perfis montante.

8. A ligação das placas aos perfis raia inferior e superior deve ser realizada através de fixações afastadas, no máximo, de 250 mm.

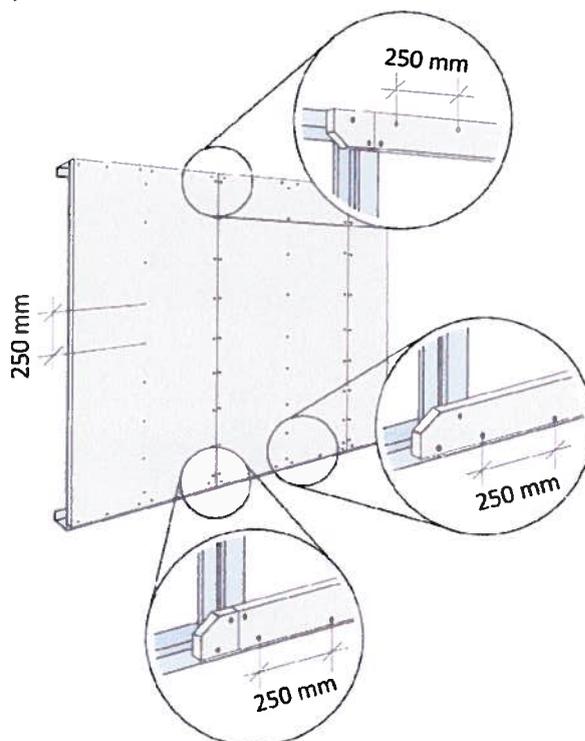


Figura 92: Afastamento entre fixações das placas aos perfis raia.

9. As fixações não devem ligar simultaneamente a placa, o perfil montante e o perfil raia. Deverá realizar-se a fixação da placa ao perfil raia e da placa ao perfil montante, separadamente.

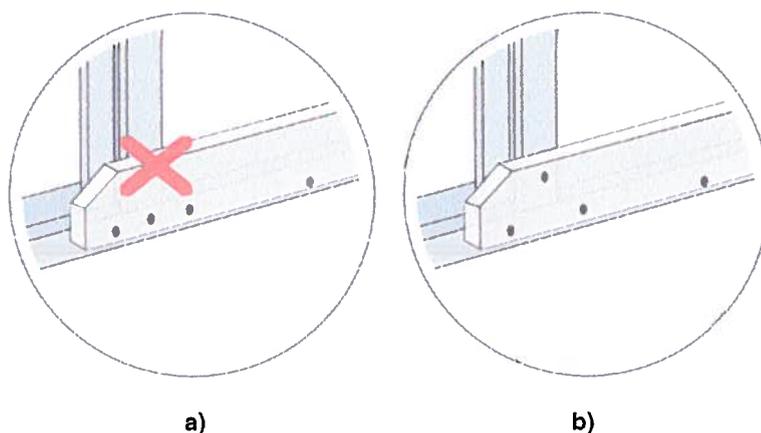


Figura 93: a) Fixação simultânea entre placa, perfil montante e perfil raia; b) Fixação da placa ao perfil raia e da placa ao perfil montante, separadamente.

10. No caso de perfis montante duplos em "H" devem ser utilizadas duas fixações a cada 250 mm, uma em cada perfil montante, mesmo quando não haja junta.

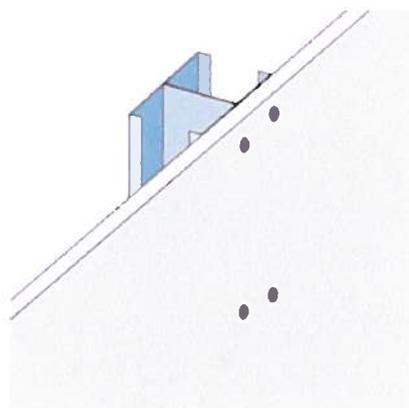


Figura 94: Fixação da placa a perfis montante duplos em "H".

11. Sempre que haja necessidade de contornar vãos, as placas devem ser aplicadas em forma de bandeira, tal como ilustrado na figura seguinte. Deve ter-se sempre o cuidado de não fazer coincidir as juntas entre placas sobrepostas na mesma face, ou entre faces opostas da divisória. As juntas das placas na zona do vão (abertura) devem ficar a uma distância mínima de 200 mm do limite da abertura.

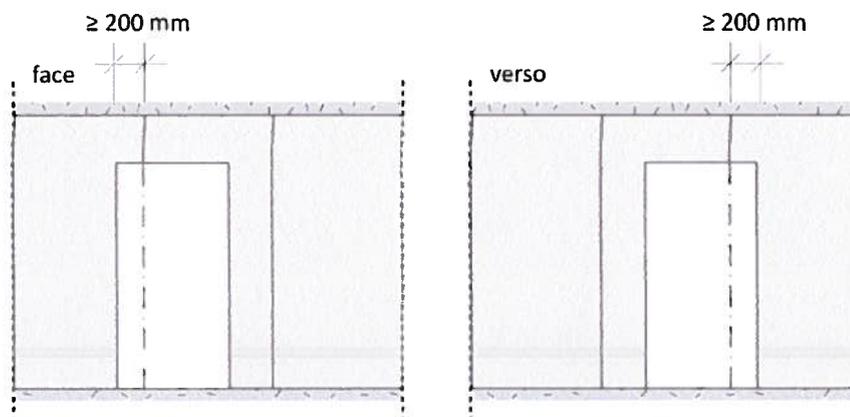


Figura 95: Contorno de vãos em divisórias.

12. Caso esta técnica não seja possível de executar nas duas faces da divisória, em alternativa poderá optar-se por aplicar numa das faces, uma placa com a largura da abertura ou com a largura correspondente à distância (entre eixos) dos perfis montante imediatamente seguintes aos perfis montante que limitam o vão. Neste caso, deverá ser colocado um perfil raia sob as juntas horizontais originadas por esta solução.

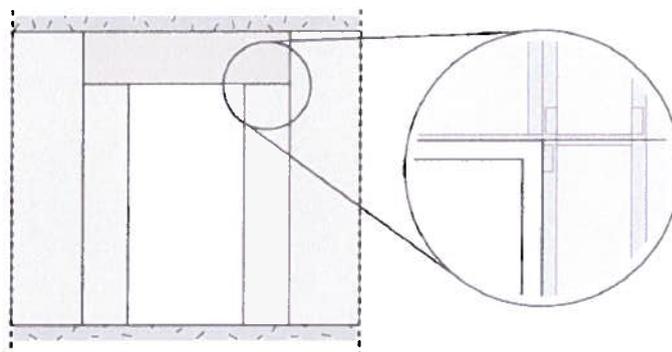


Figura 96: Contorno de vãos em divisórias.

6 - Tratamento de juntas

6.1 - Generalidades

O tratamento de juntas, entre placas ou no remate com outros elementos construtivos, deve ser executado após a conclusão dos outros trabalhos de montagem dos sistemas, já abordados nos capítulos anteriores.

De uma forma geral, existem vários tipos de tratamento de juntas, dependendo dos materiais que são utilizados.



Independentemente do tipo escolhido, deve sempre realizar-se o correcto tratamento das arestas vivas, através de bandas ou cantoneiras perfuradas de ângulo, no caso de sistemas verticais de compartimentação, com excepção daqueles em que seja aplicado um revestimento que garanta a protecção das arestas vivas (por exemplo revestimento cerâmico ou em painéis).

Antes de se iniciar o tratamento de juntas, deve garantir-se que foram tidas em consideração todas as recomendações relativas à montagem dos sistemas, abordadas no capítulo 5, devendo para isso realizar-se uma inspecção prévia a todos os sistemas e executar as devidas reparações, sempre que necessário.

Deve ainda garantir-se que:

- Todas as instalações e respectivos acessórios se encontram convenientemente aplicados;
- Todas as superfícies estão limpas, isentas de poeiras ou manchas de outros produtos da construção;
- Todos os materiais, a utilizar no tratamento de juntas, são da melhor qualidade, devendo o utilizador seguir todas as recomendações relacionadas com o seu manuseamento;
- O tratamento das juntas se realiza com temperaturas nunca inferiores a 5°C e humidade relativa nunca superior a 80%, salvo outras indicações por parte do fabricante dos produtos em causa;
- Em juntas entre sistemas em placas de gesso e elementos de outra natureza que possam dificultar a aderência da massa de tratamento, deve aplicar-se previamente um primário adequado;
- Em sistemas de placa dupla ou placa múltipla, para além do tratamento das juntas das placas exteriores, deve ser realizado o preenchimento das juntas das placas interiores com massa.

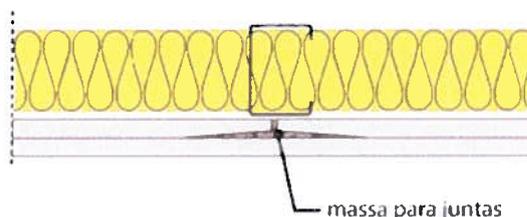


Figura 97: Tratamento de juntas em sistemas de placa dupla ou múltipla.

O tratamento de juntas deve ser realizado pela seguinte ordem:

1. Execução das juntas de canto em tectos e paredes;
2. Juntas planas em tectos;
3. Juntas planas em paredes;
4. Aplicação de cantoneiras perfuradas de ângulo;

- Executar as demãos necessárias para o acabamento, repetindo o procedimento pela mesma ordem.

6.2 - Juntas com bandas de papel microperfurado

Este tipo de tratamento tem a particularidade de poder ser usado em placas com os seguintes tipos de bordo: bordo afinado, semi-arredondado, cortado, biselado, quadrado, semi-arredondado afinado e bordo arredondado.

A execução de juntas com bandas de papel microperfurado deve respeitar o seguinte procedimento:

Tabela 46: Procedimento para a execução de juntas com bandas de papel microperfurado.

	<p>1 – Aplicar uma camada de massa ao longo de toda a junta, com a largura dos bordos; colocar a banda logo de seguida, pressionando-a contra a camada de massa de modo a criar uma camada uniforme e evitar a formação de bolhas de ar ou grumos; aplicar uma segunda demão de massa sobre a banda com a mesma largura do que a primeira.</p>
	<p>2 / 3 – Em função do tipo de acabamento previsto, é possível, após a secagem das camadas de massa referidas no passo 1, aplicar mais demãos de massa, devendo-se apenas garantir a correcta secagem de cada camada antes de ser aplicada a próxima. Estas camadas devem possuir, sempre, uma largura superior à da camada anterior.</p>
	<p>4 – No final, deve lixar-se a superfície tratada, de acordo com o nível de qualidade pretendido para o acabamento.</p>

Durante o processo de tratamento, deve ter-se o cuidado das bandas de papel ficarem encostadas umas às outras, com um afastamento máximo de 5 mm entre si, e nunca sobrepostas.

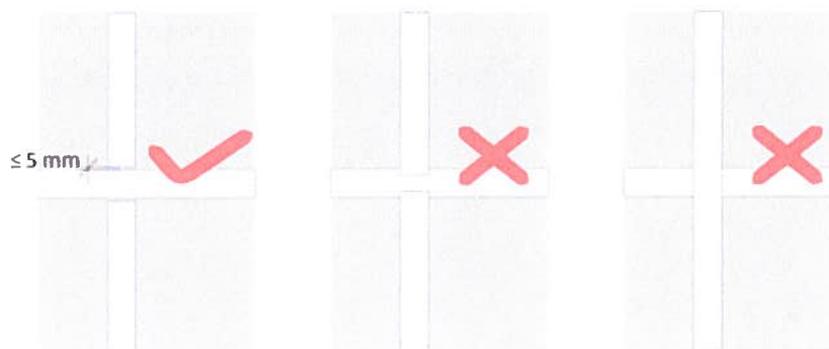


Figura 98: Aplicação de bandas de papel.



Nas juntas entre placas com bordos quadrados ou cortados, o tratamento das juntas deve ser executado numa área mais ampla do que nas juntas entre bordos afinados, de modo a disfarçar eventuais saliências. Para este caso, a demão de massa de juntas a aplicar após a banda de papel deve ser dividida em duas faixas, ligeiramente separadas entre si. A demão seguinte deve possuir apenas uma faixa e ser aplicada centrada com a junta. Este esquema de tratamento encontra-se ilustrado na figura seguinte:

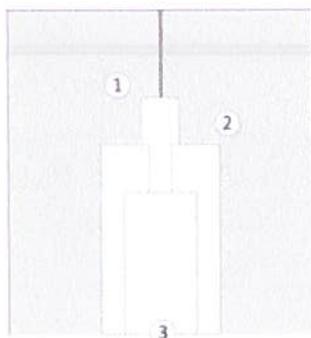


Figura 99: Juntas entre placas com bordos quadrados.

No caso de cantos reentrantes o tratamento de juntas é realizado de forma idêntica ao já referido para juntas entre bordos afinados. Porém, no caso de ângulos salientes devem ser aplicados acessórios próprios, designadamente cantoneiras perfuradas de ângulo.

6.3 - Juntas com bandas adesivas

Esta técnica apenas pode ser utilizada em situações pontuais de obras ligeiras ou em casos especiais, devendo ser realizada com pastas prontas a aplicar.

A execução de juntas com bandas adesivas deve respeitar o seguinte procedimento:

- 1 – Aplicação da banda adesiva centrada sobre a junta
- 2 – Aplicar, com a ajuda de uma espátula, uma quantidade suficiente de massa para o preenchimento da junta.
- 3 – Em função do tipo de acabamento previsto, é possível, após a secagem da camada de massa referida no passo 2, aplicar mais demãos de massa, devendo-se apenas garantir a correcta secagem de cada camada antes de ser aplicada a próxima.
- 4 – No final, deve lixar-se a superfície tratada, de acordo com o nível de qualidade pretendido para o acabamento.

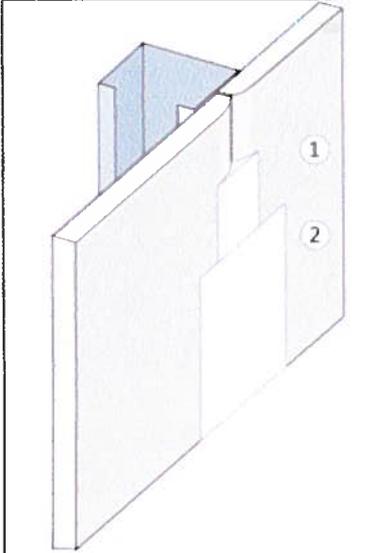


6.3.1 Juntas sem bandas

Este tipo de tratamento de juntas, apenas pode ser aplicado a placas especiais com bordos do tipo CC (semi-arredondado), BR (arredondado), BV (semi-arredondado afinado) ou BB (biselado) e através da aplicação de massas especiais para o efeito.

A execução de juntas sem bandas deve respeitar o seguinte procedimento:

Tabela 47: Procedimento para a execução de juntas sem bandas.

	1 – Aplicar uma demão de massa e aguardar que esta seque.
	2 – Em função do tipo de acabamento previsto, é possível, após a secagem da camada de massa referida no passo 1, aplicar mais demãos de massa, devendo-se apenas garantir a correcta secagem de cada camada antes de ser aplicada a próxima.
	3 – No final, deve lixar-se a superfície tratada, de acordo com o nível de qualidade pretendido para o acabamento.

7 - Tolerâncias na execução dos sistemas e acabamentos

7.1 - Tolerâncias

Durante a execução dos sistemas de placas de gesso deve cumprir-se determinadas tolerâncias, de forma a garantir a qualidade e o desempenho do elemento no final da sua montagem, em função do tipo de utilização previsto.

7.1.1 Implantação

A implantação dos sistemas não deve gerar erros superiores a ± 20 mm. Estes erros não são acumuláveis.

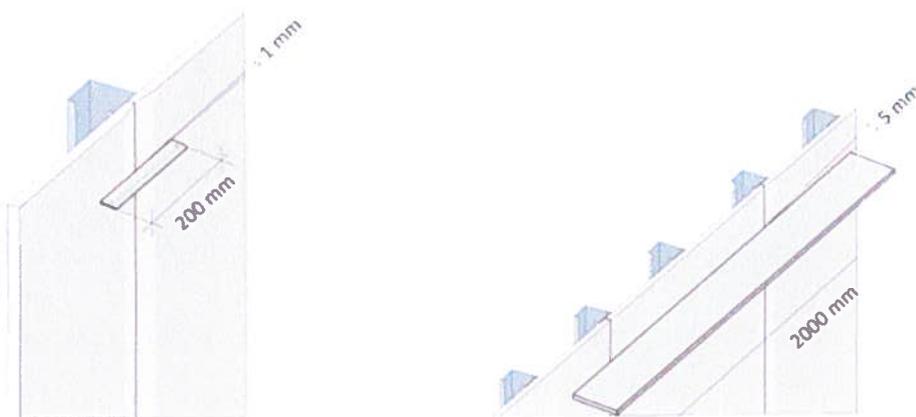
7.1.2 Aspecto

O acabamento da superfície deve, de acordo com o estipulado na secção 7.2 (Acabamentos), permitir a aplicação de revestimentos decorativos.

7.1.3 Planeza

A planeza localizada deve ser determinada em todas as direcções, sobretudo ao longo das juntas, através de uma régua de 200 mm, a qual vai sendo encostada à superfície, medindo-se o espaçamento criado entre a régua e a superfície em causa. Este espaçamento não pode ser, em qualquer caso, superior a 1 mm. Para além disso, não devem existir grandes oscilações ao nível da superfície.

A planeza geral da superfície deve ser determinada, em qualquer direcção, através do procedimento descrito anteriormente, utilizando, no entanto, uma régua de 2000 mm. Neste caso, o espaçamento criado entre a régua e a superfície não pode ser superior a 5 mm.



a) b)
Figura 100: Verificação da planeza: a) localizada; b) geral.

7.1.4 Deformação

A deformação máxima, permitida para qualquer tipo de divisória não pode ser superior a 5 mm.

7.1.5 Horizontalidade

Em elementos horizontais, não devem existir desvios superiores a 3 por mil em relação ao plano de referência, não devendo registar-se deformações superiores a 2 cm.

7.2 - Acabamentos

O acabamento de uma superfície trata-se de uma fase que antecede os trabalhos de decoração (acabamento final) e pressupõe todos os trabalhos de tratamento das juntas e acabamento da superfície das placas de gesso.

Em função da planeza requerida e do tipo de luz incidente, deve definir-se o nível de qualidade do acabamento, que pode limitar o tipo de materiais a utilizar e tolerâncias dimensionais.



Definem-se quatro níveis diferentes:

- Nível de Qualidade 1 (Q1)
- Nível de Qualidade 2 (Q2)
- Nível de Qualidade 3 (Q3)
- Nível de Qualidade 4 (Q4)

Caso o projecto não defina o nível de qualidade pretendido para o acabamento da superfície, deve, por defeito, atingir um nível de qualidade Q2.

O nível de qualidade 1 (Q1) corresponde a um acabamento básico e destina-se às superfícies que devam cumprir requisitos mínimos de decoração.

O nível de qualidade 2 (Q2) equivale a um acabamento standard, que cumpre as exigências habituais no tratamento de paredes e tectos. Pressupõe o nivelamento da superfície em redor das juntas para assegurar uma transição contínua no paramento. É adequado para revestimentos com uma textura média grosseira, tais como papel de parede com relevo, revestimentos com pinturas mate, de preenchimento ou de acabamento médio ou áspero, revestimentos com acabamento de granulometria superior a 1 mm, sempre que sejam recomendados pelo fabricante para a utilização em sistemas de placa de gesso.

O nível de qualidade 3 (Q3) corresponde a um acabamento especial e é indicado para a realização de superfícies de maior qualidade, onde são necessárias medidas mais complexas do que um acabamento base (Q1) ou standard (Q2). Este tipo de acabamento é apropriado na realização de revestimentos de paramentos com pinturas finas, pinturas e revestimentos mate de estrutura fina ou acabamentos com granulometria, no máximo, de 1 mm, sempre que sejam recomendados pelo fabricante.

O nível de qualidade 4 (Q4) equivale a um acabamento óptimo. Para atingir este nível de acabamento é necessário aplicar, sobre toda a superfície, uma massa de juntas ou um barramento de camada fina (espessura média da camada superior a 1 mm). Este tipo de acabamento é adequado para revestimentos de paramentos lisos ou brilhantes, como por exemplo, papéis de parede vinílicos ou metalizados, para a aplicação de vernizes, pinturas ou revestimentos de brilho médio ou mesmo para a aplicação de estuques ou betumes alisados.



Tabela 48: Níveis de qualidade de acabamento.

Nível de Qualidade	Juntas	Parafusos	Arestas	Superfície
Q1	Tratamento das juntas e encontros das placas com a aplicação de uma demão de massa de juntas e assentamento da banda	Recobrimento das partes visíveis das cabeças dos parafusos	Tratamento com massa de juntas e perfis cantoneira de ângulo	Eliminação do excesso da massa de juntas, admitindo-se estrias, rebarbas e marcas das ferramentas de montagem
Q2	Tratamento nível Q1 + segunda demão de massa de juntas, mais larga que a anterior	Recobrimento das partes visíveis das cabeças dos parafusos, com segunda demão de massa de juntas relativamente ao Tratamento nível Q1	Tratamento com massa de juntas e perfis cantoneira de ângulo, com segunda demão de massa de juntas relativamente ao Tratamento nível Q1	Não devem ficar marcas visíveis das ferramentas de montagem ou rebarbas. Deve lixar-se a superfície, se necessário
Q3	Tratamento nível Q3 + terceira demão de massa de juntas mais larga que a anterior, alisando a junta de forma mais intensiva, com um material fino, que permita tapar os poros	Recobrimento das partes visíveis das cabeças dos parafusos, com terceira demão de massa de juntas relativamente ao Tratamento nível Q2	Tratamento com massa de juntas e perfis cantoneira de ângulo, com terceira demão de massa de juntas relativamente ao Tratamento nível Q2	Não devem ver-se rebarbas, raspagens, nem marcas das ferramentas; caso necessário, devem lixar-se as zonas betumadas
Q4	Tratamento nível Q2 + camada de finalização em toda a superfície	Recobrimento das partes visíveis das cabeças dos parafusos, prevista para o tratamento nível Q2 + camada de finalização	Tratamento com massa de juntas e perfis cantoneira de ângulo, prevista para o tratamento nível Q2 + camada de finalização	Não devem ver-se rebarbas, raspagens, nem marcas das ferramentas; caso necessário, devem lixar-se as zonas betumadas. Aplicação de camada de finalização de forma a obter uma superfície perfeitamente lisa

TF



Para obter os níveis de qualidade Q2, Q3 e Q4 é imprescindível respeitar algumas recomendações referentes à execução dos trabalhos, tais como os tempos de secagem entre cada fase de execução. Assim, os revestimentos superficiais apenas podem ser aplicados (ex: pintura, papel, etc.) após o endurecimento das massas ou a secagem do betume. Para além disso, deve aplicar-se, em toda a superfície, uma camada de primário, antes do seu acabamento final.

O efeito da luz rasante (natural ou artificial) pode ter bastante influência no aspecto da superfície final, pelo que deve conhecer-se antecipadamente as condições de iluminação requeridas para a utilização prevista. Não deve utilizar-se, em obra, luz rasante artificial para avaliação da qualidade da superfície. Em qualquer um dos níveis de acabamento é impossível evitar as marcas que aparecem com a luz rasante, no entanto, estas vão sendo cada vez menores, à medida que vai aumentando o respectivo nível de qualidade.

8 - Suspensão de cargas

Nesta secção são abordadas algumas recomendações acerca da suspensão de cargas em sistemas de placas de gesso. Antes de se avançar com trabalhos relacionados com a suspensão de cargas, deve ser feita uma análise para determinar o tipo e o valor das cargas envolvidas, assim como a constituição do sistema em causa, de forma a poder ser realizada a selecção do tipo de fixação mais adequado, que deve ser sempre confirmada junto do fabricante deste tipo de acessórios.

As cargas em divisórias podem ser do tipo rasante ou excêntricas, pontuais ou contínuas. As cargas rasantes são as derivadas da suspensão de objectos, cuja excentricidade (distância entre o centro de gravidade do objecto e o plano da parede) é inferior a 100 mm, caso contrário são consideradas cargas excêntricas. Dado o desenvolvimento ou extensão dos objectos, as cargas classificam-se como pontuais ou contínuas.

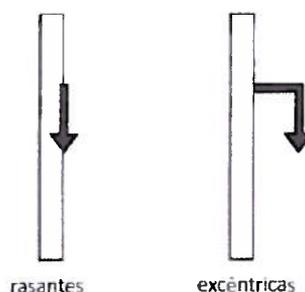


Figura 101: Cargas rasantes e cargas excêntricas.

Na tabela seguinte encontra-se sintetizado o modo e o tipo de fixação indicados para cada nível de cargas pontuais rasantes.

Tabela 49: Modo e tipo de fixação para cada nível de cargas pontuais rasantes.

Tipo de carga	Valor da carga por ponto	Fixação	
		Modo	Tipo
LEVES Quadros, espelhos, etc.	< 15 kg	Directamente à placa	Pendurais para quadros, buchas normais em plástico
MÉDIAS Pequenas prateleiras, vitrinas, etc.	de 15 kg até 30 kg		Buchas tipo guarda-chuva, báscula, dobráveis ou semelhantes ⁽¹⁾
PESADAS Pequenos móveis, radiadores, termoacumuladores, etc.	> 30 kg	Reforço ⁽²⁾	Seleção de acordo com as indicações do fabricante

⁽¹⁾ Recomenda-se um afastamento mínimo entre fixações de 400 mm (ver figura seguinte).

⁽²⁾ Reforço a prever no interior da divisória, que permita a distribuição dos esforços pelos perfis metálicos.

No caso de cargas pontuais rasantes leves, cuja carga possa variar ao longo do tempo (ex: cabides, toalheiros, etc.), devem ser utilizados acessórios de fixação idênticos aos previstos para cargas pontuais médias.

Para a suspensão de cargas contínuas (ex: cabides, bengaleiros), a carga deve ser distribuída pelo número de fixações necessárias, de modo a não ultrapassar os 30 kg por fixação, garantindo um afastamento mínimo entre fixações de 400 mm, devendo ser usados os mesmos acessórios de fixação utilizados nas cargas pontuais.

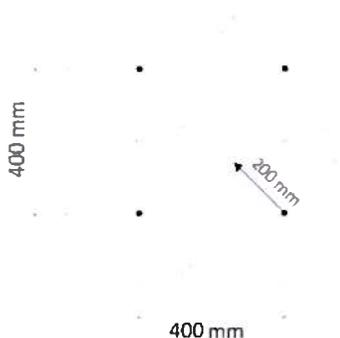


Figura 102: Distância máxima entre fixações.

No caso de cargas excêntricas, apenas são abordados os casos de objectos a suspender cujo centro de gravidade se localize a uma distância inferior a 300 mm relativamente ao plano da parede e que não possuam mais de 1200 mm de comprimento e massa superior a 60 kg.

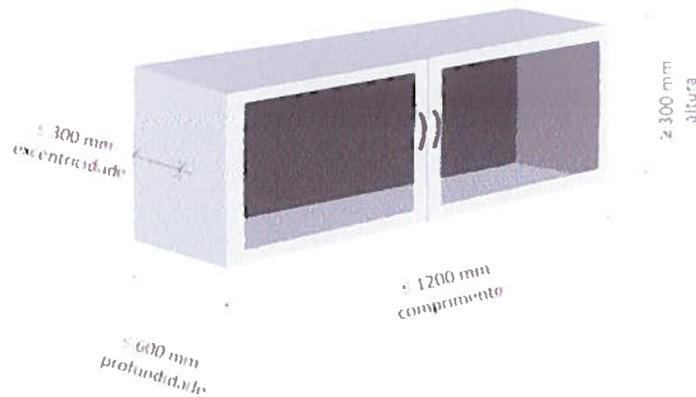


Figura 103: Cargas excêntricas.

A suspensão das referidas cargas pode ser realizada directamente às placas, desde que sejam aplicadas através de linhas verticais de fixações - com um mínimo de duas fixações por linha - respeitando um máximo de 25 kg por cada linha. Nestes casos, devem ser utilizadas fixações com buchas do tipo guarda-chuva, bácia, dobráveis ou semelhantes.

Na tabela seguinte apresenta-se o número mínimo de linhas de fixação, de modo a cumprir os princípios estabelecidos anteriormente.

Tabela 50: Número mínimo de linhas de fixação.

Excentricidade do objecto	Massa do objecto			
	30 kg	40 kg	50 kg	60 kg
150 mm	2	2	3	3
200 mm	2	2	3	Não recomendável
250 mm	2	2	Não recomendável	Não recomendável
300 mm	2	Não recomendável	Não recomendável	Não recomendável

Nos casos em que a suspensão de cargas não é recomendável, indicados no quadro anterior, e nos casos em que se prevejam excentricidades ou massas superiores às contempladas neste Manual, devem ser previstos reforços na estrutura do sistema em causa, pelo que se recomenda a consulta dos serviços técnicos.



9 - Bibliografia

NORMAS

EN 520-:2004+A1:2009 - Placas de gesso. Definições, requisitos e métodos de ensaio.

EN 13950:2005 - Gypsum plasterboard thermal/acoustic insulation composite panels. Definitions, requirements and test methods.

EN 14190:2005 - Produtos de transformação secundária de placas de gesso. Definições, requisitos e métodos de ensaio.

EN 14195:2005 - Metal framing components for gypsum plasterboard systems. Definitions, requirements and test methods.

EN 14496:2005 - Colas à base de gesso para painéis compostos e placas para isolamento térmico/acústico. Definições, requisitos e métodos de ensaio.

EN 13963:2005 - Jointing materials for gypsum plasterboards. Definitions, requirements and test methods.

EN ISO 10456:2007 - Materiais e produtos de construção. Propriedades higro-térmicas. Valores de projecto tabelados e procedimentos para a determinação de valores declarados e valores de projecto térmico (ISO/DIS 10456:2005).

EN 12114:2000 - Thermal performance of buildings. Air permeability of building components and building elements. Laboratory test method.

EN 13501-1:2007+A1 – Fire classification of construction products and building elements – Part 1: Classification using data from reaction to fire tests.

NP EN ISO 354:2007 – Medição da absorção sonora em câmara reverberante (ISO 354:2003).

UNE 102043:2013 – Montaje de los sistemas constructivos com placa de yeso laminado (PYL). Tabiques, trasdosados y techos. Definiciones, aplicaciones y recomendaciones.

ETAG 003 – Guideline for European Technical Approval for Internal Partition Kits for use as Non-Loadbearing Walls, Edition December 1998, Amended April 2012, EOTA.

NF DTU 25.41 P1-1 – Travaux de bâtiment. Ouvrages en plaques de plâtre. Partie 1-1: Cahier des clauses techniques. Fevereiro 2008.

FF



MANUAIS

Sistemas Constructivos com Placa de Yeso Laminado, Asociación Técnica y Empresarial del Yeso – A.T.E.D.Y., 4.ª Edição, Janeiro 2011.

Carnet de pose conforme au DTU 25-41 de Février 2008. LAFARGE.

British Gypsum White Book, 11.ª Edição.

Manual Técnico TABLAROCA, USG México.

Manual de Instalação. Sistemas Knauf drywall, Knauf Drywall.

Manual de Aplicação. Perfis Metálicos para Construção Seca, Perfisa – Fábrica de Perfis Metálicos, S.A..

GTEC Drywall Manual, SINIAT.

OUTRA DOCUMENTAÇÃO

Best Practices Guidelines for Quality Drywall Installation, Southeastern Wisconsin Drywall and Plastering Contractors Association, Dezembro 2003.

Sistemas de estrutura autoportante com placa de gesso laminado, Classificação dos Diferentes Níveis de Qualidade no Acabamento de Superfícies, Eurogypsum.