

O CONHECIMENTO E AS APLICAÇÕES Leca[®] NA MELHORIA TÉRMICA E ACÚSTICA DOS HABITATS

1. INTRODUÇÃO

O Conhecimento e a Experiência acumulados pela [Saint-Gobain Weber Portugal SA \(S-GWP\)](#), no desenvolvimento e utilização da argila expandida e dos betões leves Leca[®], em produtos, soluções e processos construtivos, decorrem de uma atitude permanente ao longo dos últimos quinze anos, orientada para a qualidade do desempenho que deriva de exigências funcionais e de utilização dos espaços construídos.

As características físicas inerentes à argila expandida Leca[®] conferem aos betões leves propriedades únicas e vantagens diferenciadas assegurando o cumprimento das exigências da Directiva Comunitária para os Produtos da Construção – resistência, estabilidade, segurança contra incêndios, facilidade na utilização, protecção contra o ruído, conforto térmico, economia de energia e retenção de calor.

As ligações de parceria da [S-GWP](#) com Instituições Técnicas, Científicas, Académicas e Laboratórios portugueses, têm permitido promover e actualizar o Conhecimento e desenvolver e caracterizar novos sistemas e conceitos integrados, aplicados na construção.

A térmica, a higrotérmica, a acústica das construções e o ruído urbano são algumas das grandes questões técnicas e económicas em que a [S-GWP](#) focaliza o desenvolvimento do seu Conhecimento e Intervenção, contribuindo para a evolução da qualidade global dos Habitats e dos Espaços onde as Pessoas vivem, trabalham, estudam, descansam, se movimentam, se cultivam e se divertem.

2. PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE O BETÃO NORMAL E O BETÃO LEVE

O betão leve de argila expandida Leca[®] distingue-se do betão de agregados correntes pela sua baixa massa volúmica e pela elevada resistência térmica, sendo por isso o seu desempenho substancialmente diferente dos betões de peso normal. Ao betão normal é exigida resistência e trabalhabilidade; ao betão leve, além destas duas características, são também exigidas leveza e isolamento térmico.

As vantagens do betão leve relativamente ao betão normal podem resumir-se no seguinte:

Redução do peso próprio – diminui o peso da estrutura e conseqüentemente o das fundações; introduz menor carga nas cofragens e induz o aumento da produtividade com redução do consumo energético;

Maior resistência térmica – proporciona a sua aplicação em elementos onde o desempenho térmico é decisivo;

Acústica – conduz a uma melhoria do comportamento acústico, designadamente absorção e isolamento para uma mesma massa;

Durabilidade – em betões leves com composições adequadas conseguem-se impermeabilizações satisfatórias que não põem em causa a sua durabilidade, contrariamente aquilo que é senso comum.

3. EXIGÊNCIAS DE DESEMPENHO

O mais importante na Tecnologia de Construção é o conhecimento profundo de cada produto, para que dele se tire o melhor partido, utilizando-o com as funções de desempenho para as quais foi desenvolvido, de acordo com as exigências funcionais da obra em questão. A negligência deste factor pode comprometer irremediavelmente a melhor solução.

Assim, no Quadro 1 é proposta uma hierarquização da importância de cada exigência funcional do betão leve em função da solução onde ele será incorporado. A função toma os valores de 1 a 3, em que o grau de importância aumenta com a numeração

	Resistência à compressão	Resistência térmica	Comportamento acústico	Resistência e protecção contra o fogo	Durabilidade	Leveza
Blocos aplicados na envolvente de edifícios	3	3	3	2	2	1
Blocos de compartimentação interior de edifícios	1	1	3	3	2	2
Blocos aplicados em pequenas construções ou indústria	1	1	1	2	3	3
Blocos arquitectónicos	3	2	2	2	3	1
Blocos de cofragem	2	1	1	3	1	3
Blocos lintel	1	3	1	2	1	3
Conduitas de chaminé	1	3	1	3	3	1

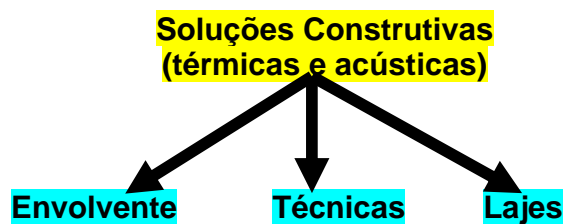
Quadro 1: Relevância das propriedades dos betões leves quando incorporados nos produtos

Os índices propostos são função das especificidades próprias de cada produto. O quadro não pretende ser mais do que uma orientação na selecção do tipo de betão leve.

4. DO PRODUTO ÀS SOLUÇÕES

A incorporação da argila expandida Leca[®] e conseqüentemente do betão leve Leca[®] em soluções prefabricadas; em conjugação com uma geometria adequada, promove o bom desempenho de soluções construtivas, face às exigências requeridas, no âmbito da construção civil.

A **S-GWP** actua, entre outras, em três vertentes fundamentais: na envolvente exterior vertical e horizontal de edifícios, em soluções técnicas e nas lajes:










5.1 SOLUÇÕES PARA A ENVOLVENTE EXTERIOR DE EDIFÍCIOS DE

HABITAÇÃO 5.1.1 SISTEMA ISOLBLOCO[®]: sabendo que a chave de sucesso das boas soluções está na simplicidade da sua aplicação (porque assim se minimiza o erro humano e se consegue uma melhor produtividade), a **S-GWP** surge no mercado em 1999 com o "Sistema Isolbloco[®]", desenvolvido pelo Instituto da Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Embora à luz da tradição construtiva no nosso país, esta solução não seja completamente pacífica, ao perspectivar o futuro próximo, ela é lógica e eventualmente imprescindível quando analisados dois factores fundamentais. O primeiro prende-se com a complexidade da construção de uma parede de alvenaria em pano duplo, e a segunda com a evolução do custo da mão-de-obra da construção que poderá em breve inviabilizar a solução dupla em benefício da simples. Este sistema não é mais do que um conjunto de elementos que procuram resolver especificidades como tratamento das pontes térmicas, tratamento das ombreiras de portas, tratamento da caixa de estore e remate da alvenaria com o fundo da viga de bordo. Distingue-se das demais

formas de construir alvenaria, pela “cumplicidade” do fabricante com o projectistas e construtores, face às dificuldades que a solução arquitectónica apresenta, visando encontrar soluções para essas especificidades dentro do “Sistema Isolbloco®”. Esta solução pode ser optimizada e o tratamento térmico complementado pela adopção da solução para revestimento exterior de fachadas desenvolvido pela S-GWP do tipo ETICS, designado comercialmente por sistema WEBER.THERM.

Quadro 2 : Peças do “Sistema Isolbloco®” e as suas funções

	Peça base com dimensões 40x20x32cm. É a peça base do sistema que permitirá construir paredes com 32cm de espessura
	Peça base com dimensões 40x20x32cm com face lisa. É uma peça que servirá para rematar a parede junto a ombreiras de portas e janelas.
	Peça com dimensões 20x20x32cm. Serve para fazer os remates junto a pilares e permite fazer o acerto para o assentamento contrafiado da parede.
	Peça com dimensões 20x20x32cm com face lisa. Pode ter a mesma função da peça anterior mas também permite fazer o remate nas ombreiras das portas e janelas.
	Peça com dimensões 40x10x32cm. Peça mais baixa para fazer os fechos junto à viga de bordo.
	Bloco de estore. Peça que permite a integração da caixa de estore no sistema.
	Forra térmica 50x20x5cm. Peça que permite corrigir as pontes térmicas em pilares e vigas de bordo.

Quadro 3: Principais características do “Sistema Isolbloco®”

DESIGNAÇÃO	SISTEMA “ISOLBLOCO®”
Dimensões (cm)	peça base: 40x32x20
Resistência à compressão	>2.50 MPa
Coefficiente de transmissão térmica	0.75 W/m ² .°C
Isolamento sonoro	50 (dB)
Classe de reacção ao fogo	M0
Comportamento ao fogo	CF 240
Absorção de água por capilaridade	0.001547 Kg/m ² /minuto
Comportamento relativamente à penetração da água da chuva	Humedecimento de 20% da alvenaria ao fim de 23h de ensaio



Figura 1- Isolbloco®

5.1.2 BLOCO TÉRMICO®: O Bloco Térmico® destina-se à execução de paredes exteriores em pano simples, paredes exteriores em pano duplo, paredes divisórias entre fogos independentes, ou paredes interiores em pano simples. O Bloco Térmico® foi desenvolvido pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e foi homologado pelo LNEC.

Quadro 4: Principais características da série “Bloco Térmico®”

DESIGNAÇÃO	SÉRIE “Bloco TÉRMICO®”
Dimensões (cm)	50x15x20; 50x20x20; 50x25x20; 50x30x20; 40x32x20
Resistência à compressão	>2.50 MPa
Coefficiente de transmissão térmica	1.3 a 0.9 W/m ² .°C
Isolamento sonoro	44 a 49 (dB)
Classe de reacção ao fogo	M0
Comportamento ao fogo	CF 180 a CF 240



Figura 2- Bloco Térmico®

5.2 SOLUÇÕES TÉCNICAS 5.2.1 ISOLSÓNICO®: para isolamento acústico de espaços interiores, desenvolvido pelo Instituto da Construção da FEUP e concebido com uma geometria muito particular, este bloco foi progressivamente melhorado e testado, até que estivesse especialmente apto a fazer o isolamento entre fogos adjacentes ou em qualquer outro espaço em que haja necessidade de controlar o nível de ruído aéreo. Por um lado, o isolamento acústico aos sons aéreos cumpre o Regulamento dos Requisitos Acústicos em Edifícios (RRAE) – $R_w=53$ dB, conforme EN ISO 717-1:1996 – e por outro, por ser um pano de parede simples, minimiza os erros de construção que comprometem muitas das soluções construtivas existentes no mercado, sendo ainda uma solução indiscutivelmente mais célere de executar. O ISOLSÓNICO® foi ensaiado no LNEC segundo a norma NP EN 20140-3:1998 em 04/08/2003.

Quadro 5: Principais características do bloco “ISOLSONICO®”

DESIGNAÇÃO	SÉRIE “ISOLSÓNICO®”
Dimensões (cm)	40x25x20
Peso unitário	18.2 kg
Resistência mecânica	>2.50 MPa
Isolamento acústico	53 dB
Classe de reacção ao fogo	M0



Figura 3 - Isolsónico®

5.2.2 SONICBLOCO®: solução para correcção acústica, o Sonicbloco® tem como principal objectivo fazer a correcção acústica de espaços. A sua geometria, concebida para funcionar como ressoador de Helmutz, é especialmente eficiente nas frequências médias. Em casos em que seja necessário absorver também as altas-frequências, pode complementar-se o produto recorrendo a lã de rocha de alta densidade, que é colocada no interior das câmaras.

Quadro 6: Principais características do bloco “SONICBLOCO®”

<i>DESIGNAÇÃO</i>	SÉRIE “SONICBLOCO®”
<i>Dimensões (cm)</i>	50x20x20
Peso unitário	14.2 Kg
Resistência mecânica	>2.50 MPa
Isolamento acústico	45.0 dB
Coefficiente de absorção acústica (média de 160 a 400 Hz)	0.80
Classe de reacção ao fogo	M0



Fig. 4: Sonicbloco®

5.2.3. LECA®DECOR: solução para decoração e correcção acústica Leca®Decor é uma forma simples de fazer correcções acústicas em espaços como salas de espectáculo, de exposição, auditórios, salas de formação, restaurantes, cantinas, e inúmeros outros locais onde a absorção acústica e a estética são fundamentais para o conforto e funcionalidade do espaço.

Dotado de uma textura única, conferida pelos grãos de Leca® fracturados aleatoriamente (tipo “split”), este bloco face-à-vista decorativo, sem necessidade de acabamento final, destina-se a ser utilizado em alvenarias interiores para correcção acústica – coeficiente de absorção sonora de 0,8 para baixas frequências, 0,6 para médias e altas-frequências. Pode ser combinado com outros materiais (madeira, pedra, alumínio, vidro, por exemplo), tornando assim a sua aplicação particularmente versátil. Pode também ser utilizado no exterior com efeito decorativo.



Figura 5 – Leca® Decor

5.3 SOLUÇÕES EM LAJES

5.3.1 GENERALIDADES: actualmente, a utilização de lajes fungiformes aligeiradas em fogos de edifícios multifamiliares está vulgarizada. Estas lajes, face às tradicionais lajes maciças unidireccionais, são muito mais económicas, já que dispensam a execução de vigas de betão armado, para cuja construção é necessária mão-de-obra especializada na execução de cofragens, são muito mais leves e requerem uma quantidade de betão muito inferior. Este tipo de lajes tem, contudo, sido alvo de críticas já que, devido à sua menor rigidez, é expectável um pior comportamento no que respeita ao isolamento aos sons de percussão. Considerando as exigências da regulamentação portuguesa, urge estudar o desempenho deste tipo de pavimentos, bem como de possíveis soluções construtivas para redução da transmissão de sons de percussão, de modo a cumprir-se a regulamentação em vigor. A entrada em vigor do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE), evidencia cada vez mais uma consciência de rigor e de cumprimento da legislação por parte dos agentes da construção. Por outro lado, os utilizadores também estão cada vez mais conscientes dos seus direitos, traduzindo-se tal facto no aumento das reclamações devido ao mau isolamento dos edifícios a sons de percussão. Esta situação é potenciada pela falta generalizada de informação fidedigna sobre o comportamento dos elementos horizontais de separação entre fogos (lajes e sistemas complementares) quanto ao isolamento aos sons de percussão.

Neste contexto, a S-GWP desenvolveu uma nova série de blocos de aligeiramento, Fungi LECA[®], em betão ultra-leve com argila expandida da marca LECA[®]. Neste contexto, definiram-se várias soluções de compartimentação horizontal, aligeiradas com estes blocos e integrando os respectivos revestimentos de piso, as quais foram submetidas a ensaios específicos para caracterização do seu comportamento aos sons de percussão no Núcleo de Acústica e Iluminação do LNEC. São, pois, os resultados desses ensaios que se apresentam.

5.3.2 ENSAIOS REALIZADOS: foram construídos 7 conjuntos, com várias soluções de enchimento e revestimento de piso conforme se apresenta nos Quadros 8 e 9.

Quadro 7: Soluções construtivas da primeira “bateria” de ensaios

	Descrição
<u>1º conjunto:</u>	Duas lajes fungiformes algeiradas com blocos de aligeiramento Fungi LECA [®] em betão ultra-leve com argila expandida da marca LECA [®] associados em três unidades de modo constituir módulos de aligeiramento de 0.80x0.80m ² e nervuras de 0.10cm. Uma das lajes tem uma espessura de 0.25m e a outra laje 0.35m, ambas com lâminas de compressão de 0.05cm de espessura, ou seja, os aligeiramentos são de 0.20m e 0.30m.
<u>2º Conjunto</u>	Laje fungiforme conforme descrito no ponto anterior mas com um enchimento leve de betão leve de argila expandida da marca Leca com massa volúmica de 800kg/m ³ (Leca L, areia e cimento). O enchimento tem 0.10m de espessura.
<u>3º Conjunto</u>	Laje fungiforme com enchimento leve de piso com 0.10m de espessura, conforme descrito no ponto anterior, betonilha de regularização com 0.04m de espessura e vários tipos de revestimentos de piso (linóleo, cortiça, alcatifa).
<u>4º Conjunto</u>	Laje fungiforme com enchimento leve de piso com 0.10m de espessura, conforme descrito no ponto anterior, camada resiliente com 3mm de espessura, betonilha de regularização com 0.04m de espessura, e vários tipos de revestimentos de piso (cerâmica, tacos, soalho).
<u>5º Conjunto</u>	Laje fungiforme com enchimento leve de piso com 0.10m de espessura, da marca Leca Mix [®] , betonilha de regularização com 0.03m de espessura da marca Weber.niv 4075 (ex-ABS1000).
<u>6º Conjunto</u>	Laje fungiforme com enchimento leve de piso com 0.10m de espessura, da marca Leca Mix [®] , camada resiliente com 5mm e 5+5mm de espessura da marca Ethafoam e betonilha de regularização com 0.03m de espessura da marca Weber.niv 4075 (ex-ABS1000).
<u>7º Conjunto</u>	Laje fungiforme com enchimento leve de piso com 0.15m de espessura em Leca L [®] , e betonilha de regularização com 0.03m de espessura da marca Weber.niv 4075 (ex-ABS1000).

Quadro 8: Carateização dos provetes de ensaio

	Designação do provete	Descrição da solução				
		Esp. da laje FungiLECA [®] (m)	Esp. do enchimento betão leve Leca [®] (m)	Esp. da camada resiliente (mm)	Esp. da betonilha (m)	Revest. final (m)
1º Conjunto	A	0.35	---	---		
	B	0.25	---	---		
2º Conjunto	C	0.35	0.10	---	0.04	
	D	0.35	0.10	---	0.04	Alcatifa
3º Conjunto	E		0.10	---	0.04	Cortiça
	F		0.10	---	0.04	Linóleo
	G	0.35	0.10	3	0.04	Cerâmico
4º Conjunto	H	0.35	0.10	3	0.04	Tacos
	I	0.35	0.10	3	0.04	Soalho

Quadro 9: Caracterização dos provetes de ensaio (cont.)

	Designação do provete	Descrição da solução				Revestimento
		Esp. da laje (m)	Esp. do enchimento Leca® Mix (m)	Esp. da camada resiliente (mm)	Esp. da betonilha ABS 1000 (m)	
5º Conjunto	J	0.35	0.10	---	0.03	---
6º Conjunto	L	0.35	0.10	5	0.03	---
	M	0.35	0.10	5+5	0.03	---
7º Conjunto	N	0.35	0.15	---	0.03	---

As figuras seguintes mostram as várias soluções em corte:



5.3.3 RESULTADOS

De acordo com os ensaios efectuados e considerando desprezível a contribuição para o amortecimento das ondas de choque os materiais de maior massa volúmica, de pouca espessura e monolíticos como é o caso da betonilha de regularização e do revestimento cerâmico, construiu-se uma tabela com os diversos tipos de materiais de enchimento e revestimento de piso, de forma a proporcionar aos projectistas elementos claros para o projecto acústico, particularmente ao que se refere ao isolamento aos sons de percussão entre pisos.

Quadro 10: Caracterização acústica dos vários povetes

Descrição dos vários componentes do piso	ΔL_{nw} (dB)
Laje fungiforme com blocos de aligeiramento FungiLeca [®]	90*
Enchimento de piso em betão leve Leca [®] com 800kg/m ³ e com 10cm de espessura	5
Enchimento de piso em Leca [®] Mix com 450kg/m ³ e com 10cm de espessura	8
Enchimento em Leca [®] solta com 280kg/m ³ e com 15cm de espessura	31
Camada resiliente com 3mm de espessura	13
Camada resiliente Ethafoam 222Ecom 5mm de espessura	15
Camada resiliente Ethafoam 222E com 5+5mm de espessura	22
Revestimento final de piso com tacos de madeira	5
Revestimento final de piso com soalho	8
Revestimento final de piso com linóleo	4
Revestimento final de piso com cortiça	35
Revestimento final de piso com alcatifa	20

* Valor efectivo L_{nw} da laje

Além do objectivo primeiro deste trabalho ainda se podem retirar algumas conclusões complementares tais como:

- O decréscimo da massa volúmica dos enchimentos leves de piso aumenta a contribuição do ΔL_{nw} ;
- O aumento da espessura da camada resiliente aumenta a contribuição do ΔL_{nw} ;
- Os revestimentos de pisos menos densos proporcionam aumento da contribuição do ΔL_{nw} .

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Patrício, Jorge. – Acústica nos Edifícios, Lisboa – 2003.
- [2] MAIDANIK, G. - Power flow between linearly coupled oscillators. "Journal of Acoustical Society of America", New York, vol. 34, nº 5, May 1962, pp. 623-639.
- [3] EN 20354: Acoustics. Measurement of sound absorption in a reverberation room.
- [4] EN ISO 140-3 - Acoustics. Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 3: Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements.
- [5] - EN ISO 140-6 – Acoustics. Measurement of sound insulation in building elements. Part 6: Laboratory measurements of impact sound insulation of floors.
- [6] EN ISO 717-1/2- Acoustics. Rating of sound insulation in buildings and of building elements. Part 1: Airborne sound insulation; Part 2: Impact sound insulation.
- [7] Serra Neves, A. – Nova Geometria de Blocos de Aligeiramento em Lajes Fungiformes. PORTO, 2003.