

## APLICAÇÕES EM BETÃO LEVE DE ARGILA EXPANDIDA



**A.C. FONTES DE MELO**  
Maxit



**Alfredo MARQUES**  
Maxit

### 1. INTRODUÇÃO

A nova regulamentação ou suas alterações, o ciclo de vida dos produtos, a análise cuidada das exigências de desempenho, trazem quase sempre oportunidades de melhoria dos produtos/sistemas existentes ou possibilita a criação de novas soluções.

Uma empresa inserida no sector da pré-fabricação, tal como noutros sectores, tem que estar permanentemente em processo de melhoria continua e inovação. A argila expandida, dadas as suas características técnicas de isolamento e resistência, propiciam a criação de soluções de alvenaria inovadoras que respondem às oportunidades criadas pelo mercado, como este documento pretende demonstrar.

#### 1.1. Regulamentação

A entrada em vigor do Sistema de Certificação Energética e em particular o novo Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios, irão implicar alterações significativas nos processos construtivos tradicionais. A obrigatoriedade do uso de painéis solares, a adopção de medidas especiais para a ventilação de caves de edifícios em zonas graníticas devido ao Rádón (gás radioactivo) e em particular as novas exigências higrotérmicas dos sistemas de parede que envolvem os edifícios são algumas das implicações dos novos regulamentos.

O isolamento térmico de referência das paredes da envolvente exterior é agora, o dobro daquele que era exigido no regulamento antigo. Até aqui, nada que complique o sistema construtivo actual, não fosse também, a necessidade de isolar convenientemente as pontes

térmicas. Agora o coeficiente de transmissão térmica nestas zonas, não pode ultrapassar o dobro da zona corrente, ou seja, as pontes térmicas da envolvente exterior (testas de vigas, pilares e lajes), têm sempre que ser isoladas, não bastando sobrepor um simples bloco ou tijolo, como até aqui se vinha fazendo. No caso das paredes duplas o isolamento poderá ser com poliestireno.

Ao analisar as varias implicações na concepção deste tipo de alvenaria, verificamos que, situações como por exemplo no tratamento na zona das pontes térmicas, a garantia do apoio de pelo menos 2/3 do pano de alvenaria sobre a viga de apoio e a garantia do não aparecimento de avarias nestas zonas pelo facto de confluírem materiais de natureza diferente (bloco ou tijolo e poliestireno), conduzirá gradualmente os agentes da construção a adoptarem o E.T.I.C.S. (External Thermal Isolation Composite System), no caso da maxit, o sistema *Hotskin*, ou dos sistemas de isolamento repartido, como é o caso do novo *Bloco Conforto*<sup>®</sup>.

Também o Dec-Lei 292/2000 - novo regime legal da poluição sonora - e em particular o Dec-Lei 129/2002 - Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios - introduzem também algumas oportunidades de evolução e inovação. Neste contexto, a maxit, desenvolveu um novo bloco Leca<sup>®</sup> - *Isolsónico*<sup>®</sup> - destinado ao isolamento acústico em geral, e em particular, para paredes de divisão entre fracções autónomas dos edifícios.

As exigências de controle do ruído ambiental urbano e nos locais públicos, e as necessidades de construção de barreiras acústicas nas novas vias de comunicação e nas auto-estradas também proporcionaram o desenvolvimento de alvenarias técnicas, Sonicbloco<sup>®</sup>, Mursom e *Sound Confort*, especialmente concebidas para proporcionarem absorção e isolamento acústico.

O Eurocódigo 6, que no fundo é o regulamento de estruturas dos elementos de alvenaria, vem abrir um campo vastíssimo de desenvolvimento de novas abordagens de alvenarias estruturais, não obstante ainda, a falta de ferramentas práticas de análise e projecto, a actualização da formação aos técnicos, e a sensibilização económica dos agentes promotores. O mercado potencial é enorme, bastando pensar que actualmente se constroem cerca de 60.000 fogos por ano e muito poucos ou mesmo nenhum, tem como base o Eurocódigo 6, embora se conheçam processos construtivos em algumas zonas do país que recorrem à alvenaria exterior resistente, ainda que empiricamente.

#### 1.1.1. Ciclo de vida

Por outro lado, todos os produtos sistemas ou conceitos, estão ligados a ciclos de vida mais ou menos longos. Cientes disso, as empresas, quando atentas, preparam o futuro criando novas oportunidades ou melhorando o que existe.

Esses ciclos de vida possuem quatro fases distintas, introdução, crescimento, maturidade, declínio, nas quais as duas primeiras são as mais penosas porque exigem investimentos avultados com os respectivos retornos ainda não visíveis.

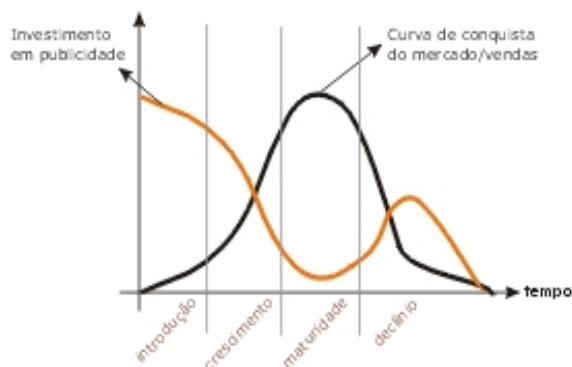


Figura 1 : Ciclo de vida tipo, de um determinado produto

A Leca®, os betões leves proporcionam um sem número de possibilidades de criação e diferenciação dos produtos da construção e em particular das alvenarias onde se exige isolamento, leveza, resistência e sustentabilidade ambiental.

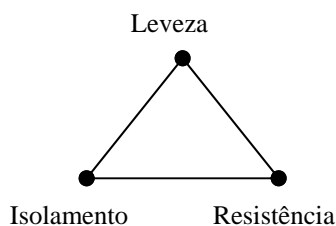
#### 1.1.2. Exigências de desempenho

O desenvolvimento de produtos, sistemas ou conceitos, nunca se faz sem estarem sempre presentes as exigências de desempenho:

- Estanquidade à água;
- Conforto higrotérmico;
- Estabilidade;
- Segurança contra risco de incêndio;
- Facilidade na aplicação;
- Segurança na utilização;
- Durabilidade e adequabilidade ao uso.

É fundamental identificar com clareza quais as exigências fundamentais e as secundárias. Uma má identificação induz invariavelmente a insucessos de venda.

Conseguem-se retirar bons resultados do desenvolvimento de produtos à base de argila expandida, quando se conseguem compatibilizar simultaneamente as três exigências de desempenho: a leveza, a resistência e o isolamento térmico, num mesmo produto.



### 1.1.3. Sustentabilidade

Os aspectos ambientais ainda que não regulamentados, no que respeita aos produtos da construção, perspectivam a implementação a prazo de indicadores de sustentabilidade. Componentes como o consumo energético, o nível de produtos reciclados incorporados, o nível de reciclabilidade, a emissão de gases nocivos, a toxicidade e a durabilidade, começam a confinar o desenvolvimento de soluções.

Em particular a Leca<sup>®</sup>, pelo facto de ser argila natural expandida, o nível de emissões de CO<sub>2</sub> é mais baixo do que outros produtos utilizados no isolamento dos edifícios. Também por ser um produto mineral, é durável, não tóxico e absolutamente reciclável, constituindo por isso, um produto base para o desenvolvimento de soluções sustentáveis.

### 1.1.4. Soluções recentes de alvenaria em betão leve de argila expandida

Os desenvolvimentos recentes de soluções em betão leve com argila expandida Leca<sup>®</sup>, tiveram em consideração as oportunidades e constrangimentos já abordados. As áreas do isolamento térmico e do isolamento acústico foram tratadas com particular interesse e culminaram com a criação dos produtos/sistemas seguintes:

- Sound Confort
- Isolsónico<sup>®</sup>
- Sistema Hotskin, Bloco Térmico<sup>®</sup> revestido com sistema de isolamento térmico pelo exterior (E.T.I.C.S.).
- BlocoConforto<sup>®</sup>
- Leca<sup>®</sup> Decor

## 2. ABSORÇÃO ACÚSTICA - SOUND CONFORT

O ruído provocado pelas vias de comunicação é tratado com bastante cuidado, evidenciado pelos milhares de metros quadrados de barreiras acústicas feitos nos últimos anos em todas as novas vias de comunicação rodoviária.

Os cuidados de projecto garantem, obviamente, o conforto do receptor, ou seja, quem habita junto às estradas, no entanto os mesmos projectos também cuidam do ruído recebido pelo próprio emissor por reflexão na barreira. Assim, quase todas as barreiras construídas possuem exigências ao nível da absorção sonora. O bloco Sound Confort, foi desenvolvido internamente e recorre ao uso de câmaras de Helmholtz com vista a ser eficaz nas médias frequências, no entanto essas câmaras possuem volume variável com o objectivo de tornar o bloco mais eficaz num leque de frequências mais alargado.

O bloco é constituído em betão leve, cuja organização interna foi conseguida à custa da conjugação de câmaras de maior volume com outras de menor volume, sendo estas últimas colocadas na parte frontal e as outras na parte posterior.



Figura 2 : Aspecto do elemento de alvenaria

Existem 8 câmaras designadas por A, B, C, D, E, F, G e H, que foram optimizadas para as frequências críticas de 350 Hz, 300Hz, 400 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 600 Hz, 700 Hz e 800 Hz, respectivamente. Para esta optimização foi usada a fórmula de Helmholtz.

$$f_r = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{I \cdot V}}$$

Considerando a secção vertical dos blocos, verifica-se que as câmaras são abertas no topo inferior e fechadas no topo superior. Aquando da construção da parede, as câmaras são fechadas no topo inferior, porque esta face fica junta ao topo superior do bloco de baixo. Os blocos são ligados com argamassa.

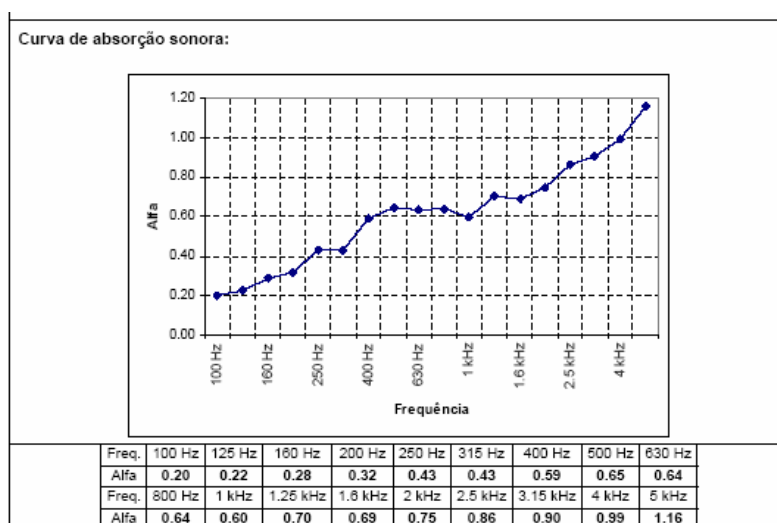


Figura 3 : Doc. de ensaio elaborado pelo ITeCons – Dep.Eng<sup>a</sup> Civil – Pólo II da U.Coimbra

A câmara H só é formada quando é construída a alvenaria porque conjuga os dois blocos adjacentes.

Quando as câmaras na zona posterior diminuem de volume, as câmaras na parte frontal aumentam, tendo-se conseguido assim, manter a espessura das paredes que separam as várias câmaras. Assim sendo, o volume das câmaras é diferente de umas para as outras de forma gradual.

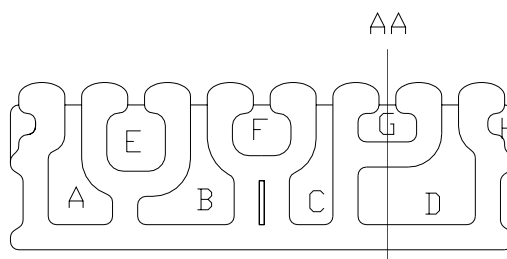


Figura 4 : Corte horizontal do elemento de alvenaria

### 3. ISOLAMENTO ACÚSTICO ENTRE FOGO – ISOLSÓNICO®

O **maxit ISOLSÓNICO®** é um bloco em betão leve Leca® destinado à execução de alvenarias simples onde o desempenho acústico é um factor essencial. O bloco foi desenvolvido pelo Instituto da Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.



Figura 5 : Documento do Instituto da Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Uma parede simples executada com o ISOLSÓNICO<sup>®</sup>, garante um elevado desempenho acústico, não havendo necessidade de recorrer a panos duplos com isolamento no interior para obter valores de isolamento sonoro regulamentares. Esta característica torna-o particularmente apto para a aplicação em paredes de divisão entre fogos independentes, sendo uma alternativa acusticamente garantida, mais económica, em material, tempo de execução e mão de obra.



Figura 6 – Aspecto do elemento de alvenaria

O sistema satisfaz os requisitos de isolamento sonoro aplicado a paredes em separação de fogos de acordo com o RGR, desde que o tratamento acústico das transmissões marginais seja minimamente tratado. De acordo com ensaios acústicos realizados no Laboratório Nacional de Engenharia Civil o valor obtido para isolamento sonoro a sons aéreos,  $R_w$ , foi de 53 dB.

| Laboratório Nacional de Engenharia Civil   |   |
|--|---|
| Departamento de Edifícios  |   |
| Núcleo de Acústica e Iluminação  |   |
| Laboratório de Ensaios de Acústica   |   |
| Medição em laboratório do isolamento sonoro a sons aéreos de elementos de construção   |   |
| (Nº EN 20140.3: 1998)  |   |
| Acústica. Medição do isolamento sonoro de edifícios e de elementos de construção   |   |
| Entidade Reguladora:   | PAULUCA - PAULINHAZOS E BARRIOS, S.A.                       |
| Endereço:  | Zona Industrial - Apartado 10<br>3854-909 ALBERGARIA-AVELHA |
| Data de ensaio:  | 02/12/17  |
| Projeto/obra:  | 2463773.2548  |
| <b>1 – Descrição do elemento de construção ensaiado</b>  |   |
| O elemento de construção ensaiado é constituído por uma parede de blocos de betão "Luca", designado comercialmente por "ISOLSÓNICO".   |   |
| As dimensões de cada um destes blocos são, respectivamente: 40 cm x 10 cm x 25 cm (Compr., Alt., Larg.), sendo a sua massa média de 18 kg.   |   |
| O assentamento dos blocos foi controlado na junta horizontal com argamassa, em dois ramos de 10 cm de largura cada um (como se ilustra na Fig. 1), e com uma espessura de 1,5 cm. As juntas verticais da junção vertical foram também preenchidas com argamassa (cf. Fig. 1 – zonas indicadas a vermelho). |   |
| O revestimento da parede foi executado com duas camadas de argamassa, (camada base e camada de acabamento), com 1,5 cm e 1,0 cm de espessura respectivamente.  |   |

Figura 7 : Certificado de ensaio do Isolsónico<sup>®</sup> do LNEC

Quadro 1 – Características do Isolsónico®

| Dimensão<br>C-L-A | Peso<br>(Kg/un) | Rendimento<br>(un/m <sup>2</sup> ) | Isolamento<br>aos sons<br>aéreos<br>Rw (db) | Coefficiente de<br>transmissão<br>térmica<br>Wm <sup>2</sup> .°C | Consumo de<br>argamassa<br>assentamento.<br>Kg/m <sup>2</sup> |
|-------------------|-----------------|------------------------------------|---|--|---|
| 40 x 25 x<br>20   | 18              | 12,5                               | 53  | 1,1  | 26  |

**Vantagens**

- Verificação dos valores exigidos pelo Regulamento do Ruído com uma parede simples sem necessidade isolamento complementar;
- A execução da parede é simples e rápida, não exigindo mão-de-obra especializada;
- Diminuição no tempo de execução da obra;
- Poupança de custos ao nível do material e mão-de-obra;
- Garantia do isolamento. O **maxit ISOLSÓNICO®** é um bloco em betão leve Leca® destinado à execução de alvenarias simples onde o desempenho acústico é um factor essencial.

#### 4. ISOLAMENTO TÉRMICO EM ZONAS OPACAS VERTICAIS NA ENVOLVENTE EXTERIOR – SISTEMA HOTSKIN, BLOCO TÉRMICO® REVESTIDO COM SISTEMA DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR (E.T.I.C.S.).

O Sistema maxit HotSkin consiste na conjugação do Sistema de Isolamento Térmico pelo Exterior (ETICS) composto por isolamento térmico prefabricado aplicado, com a alvenaria de Bloco Térmico®. O sistema é revestido por um reboco armado para protecção das solicitações climáticas e mecânicas pelo exterior e por um reboco tradicional pelo interior.



Figura 8 : Aspecto do elemento de alvenaria



O Sistema maxit HotSkin é constituído por placas de poliestireno, expandido de espessura variável, coladas com argamassa maxit 408 e revestidas novamente com este produto. O maxit 408, como barramento, é aplicado em várias camadas e armado com uma ou mais redes de fibra de vidro. Como acabamento é utilizado, geralmente, um revestimento fino, tipo maxit Mincoat, maxitScratch ou maxitRillen.

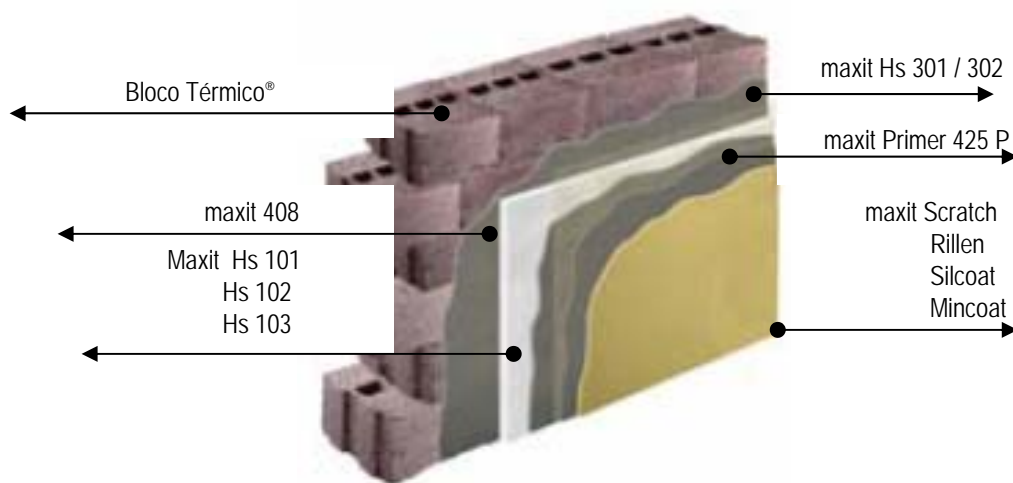


Figura 9 : Sistema maxit Hotskin

A conjugação do sistema E.T.I.C.S. com o Bloco Térmico®, permite a optimização da espessura do isolante leve a colocar no exterior, porque o bloco já possui um isolamento térmico apreciável devido à incorporação da Leca® no betão constituinte.

Quadro 2 – Características do sistema Hotskin

| Coef. térmicos Alvenarias BT/ maxitHot skin |                      |           |       |       |               |
|---|----------------------|-----------|-------|-------|---------------|
| Hot Skin                                    | Espessura Isolamento | Alvenaria |       |       | Isolsónico 25 |
|   |                      | BT 20     | BT 25 | BT 30 |               |
|   | 30 mm                | 0.56      | 0.54  | 0.52  | 0.52          |
|   | 40 mm                | 0.49      | 0.47  | 0.46  | 0.46          |
|   | 50 mm                | 0.43      | 0.42  | 0.41  | 0.41          |
|   | 60 mm                | 0.39      | 0.38  | 0.37  | 0.37          |

**Vantagens:**

- Facilidade de execução
- Economia
- Juntas de argamassa horizontais descontínuas

- Isolamento Térmico e Acústico melhorado
- Tratamento pontes térmicas
- 

### 5. ISOLAMENTO TÉRMICO EM ZONAS OPACAS VERTICAIS NA ENVOLVENTE EXTERIOR - BLOCOCONFORTO®

Bloco constituinte de um sistema construtivo em alvenaria simples, com isolamento repartido, especialmente concebido para a construção de moradias e edifícios até 3 pisos em parede resistente, preparado para cumprir os critérios do EC6 e particularmente o NPD (national determined parameters) Português.

Alternativa a parede dupla com isolamento leve ou parede simples com sistema ETICS, o sistema de alvenaria com Bloco Conforto® tem um excelente comportamento térmico, satisfazendo as necessidades de referência impostas pelo RCCTE, (dec.lei n° 80/2006), em todas as zonas climáticas.

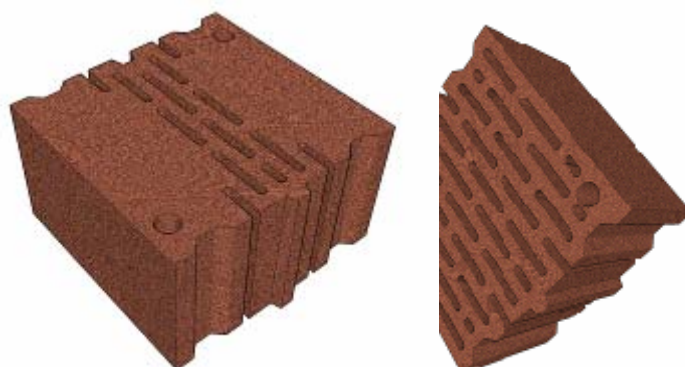


Figura 10 : Aspecto do elemento de alvenaria

A junção da geometria, estudada pelo Instituto da Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, com as características naturais da Leca®, fazem do BlocoConforto®, um elemento com um comportamento exemplar no que respeita ao comportamento térmico. Este sistema permite que após o revestimento, obtenhamos um coeficiente de transmissão térmica,  $U$ , de  $0,50 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ .

Dada a massa da alvenaria assim construída, o Bloco Conforto® permite a acumulação da energia na parede, que será libertada quando a temperatura do espaço for mais baixa. Quando inserido em sistemas de construção tradicional contribuiu para a classe de resistência forte.

O BlocoConforto® tem uma resistência à compressão normalizada superior a 3,0 MPa, a necessária para ser aplicada em Portugal em todo o território e a sua geometria (largura de 35cm), proporciona uma estabilidade lateral à acção do vento e resistência ao choque de corpos

sólidos, superior a uma parede constituída por dois panos de alvenaria de 11cm e 15cm habitual no nosso país.

**Vantagens:**

- Cumpre o novo RCCTE em todas as zonas climáticas;
- Isolamento repartido;
- Tratamento pontes térmicas;
- Paredes resistentes, de acordo com EC6;
- Preparado para ser utilizado como alvenaria estrutural, reduzindo o tempo de execução e o custo dos materiais e cofragens, resultando numa construção de elevada qualidade com baixos custos.
- Inércia térmica;
- Montagem simples;
- Mão-de-obra pouco especializada;
- Tempo de execução muito inferior às paredes duplas.

**6. DESIGN - LECA® DECOR**

Leca®Decor constitui 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 as características acústicas e arquitectónicas são fundamentais para o conforto humano e funcionalidade do espaço.



Figura 11 : Aspecto do elemento de alvenaria

Dotado de uma textura única, conferida pelos grãos de argila expandida 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. Pode ser combinado com outros materiais (madeira, pedra, alumínio, vidro, por exemplo), tornando assim a sua aplicação particularmente versátil. Em determinadas circunstâncias também pode ser utilizado no exterior, tirando-se então partido das propriedades térmicas (*coef. transmissão térmica* =  $0,97W/m^2 \cdot ^\circ C$ ) que lhe são conferidas pela argila expandida Leca®.

De elevado valor decorativo, e com excelentes propriedades acústicas - *absorção sonora superior* -, permite fazer jogos de luminosidade e textura, criando ambientes extremamente sofisticados, acolhedores e muito confortáveis.



Figura 12 : Aspecto da alvenaria acabada

Quadro 3 – Características do Leca® Decor

| Geométricas   |                   |      |   |                           |      |
|---|-------------------|------|---|---------------------------|------|
|  | Altura (cm)       | 19,5 |  | Altura (cm)               | 40,0 |
|   | Largura (cm)      | 19,5 |   | Largura (cm)              | 19,5 |
|   | Profundidade (cm) | 20,0 |   | Profundidade (cm)         | 10,0 |
|   | Peso médio (kg)   | 6    |   | Peso médio (kg)           | 6    |
| Físicas   |                   |      |   |                           |      |
| Resistência compressão  |                   |      |   | 3,0 MPa                   |      |
| Coeficiente de transmissão térmica (Leca®Decor com 20 cm esp .)                     |                   |      |   | 0,97 W/m <sup>2</sup> .°C |      |
| Coeficiente de absorção Sonora  |                   |      |   |                           |      |
| Freq.Baixas( Graves,100-400Hz)  |                   |      |   | 0,48                      |      |
| Freq.Médias(médios,400-160Hz)   |                   |      |   | 0,59                      |      |
| Freq.Alta(agudos,1600-500Hz)  |                   |      |   | 0,59                      |      |