

MATÉRIA EM ARQUITECTURA: PROJECTAR COM A INDÚSTRIA



Diogo BURNAY
Professor Auxiliar
DALHOUSIE UNIVERSITY,
NS, Canada



Cristina VERÍSSIMO
Assistente
DALHOUSIE UNIVERSITY,
NS, Canada



Rodolfo REIS
Mestre Arq.º
CVDB arquitectos
Lisboa; Portugal

SUMÁRIO

O projecto para a reabilitação e ampliação da Escola Braamcamp Freire (Pontinha, Lisboa) integra-se no programa nacional de modernização dos estabelecimentos de ensino secundário, tendo-se iniciado em 2007, sob a acção tutelar da *Parque Escolar, E.P.E.*

Do ponto de vista construtivo, a estratégia de projecto apontou para a especificação de materiais de elevada resistência e qualidade de acabamento, de forma a responder aos requisitos de desempenho, implícitos a edifícios de carácter público, proporcionando conforto de uso e garantindo um baixo custo de manutenção.

Em resultado de uma estreita colaboração com a indústria, o bloco acústico *Soundcomfort*, existente em produção padronizada, foi modificado nas suas dimensões, no tipo de granulometria e cor dos seus agregados, tendo-se mantido a sua geometria interna - condição subordinada ao seu desempenho acústico.

Mediante a optimização destes parâmetros, o novo bloco foi aplicado em diferentes áreas e contextos da escola Braamcamp Freire, satisfazendo as necessidades de isolamento acústico, adaptando-se às restrições dimensionais dos edifícios existentes e adequando-se a espaços de carácter público, exigindo-se uma superfície de acabamento confortável ao tacto.

1. INTRUDUÇÃO

O bloco *Soundcomfort*,¹ é produzido desde 2007, em betão leve de argila expandida, com base num processo de vibro - prensagem.

Geomericamente, caracteriza-se pela sua repartição interna, composta por em oito câmaras de Helmholtz², tendo como objectivo a atenuação acústica por via dos sons aéreos. A geometria implícita, composta por câmaras de ressonância de volume variável, permite um desempenho eficaz num campo alargado de médias frequências - nomeadamente nas frequências consideradas críticas, num espectro compreendido entre os 250 Hz e os 800 Hz. [1]

A geometria do bloco permite a construção de um sistema contínuo, mediante a conjugação de vários elementos, permitindo simultaneamente uma cadência gradual das câmaras de reverberação, por alteração de volume.

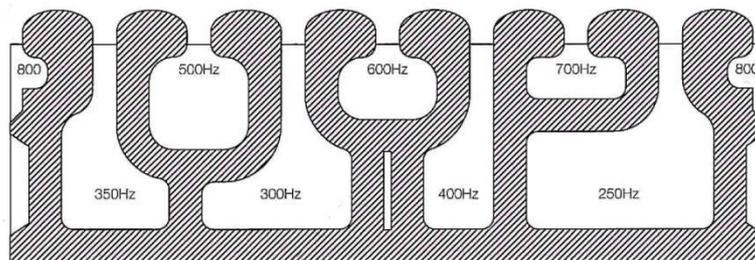


Figura 1 : Bloco *Soundcomfort*, secção horizontal, pormenor das câmaras de Helmholtz e respectivas bandas de frequência. [2]



Figura 2: Bloco *Soundcomfort*, secção horizontal, (a) ensaios em obra; (b) corte horizontal / pormenor das câmaras de Helmholtz e respectivas bandas de frequência.

2. PROJECTAR COM A INDÚSTRIA

A complexidade do projecto de Arquitectura, que definia a integração/adaptação de edifícios pavilhonares existentes num único edifício, impôs a necessidade de aplicação do bloco acústico existente em produção padronizada, em situações algo diversificadas em muitos casos resultantes de métricas irregulares nos edifícios existentes.

O bloco acústico *Soundcomfort* foi modificado às novas necessidades de dimensões, no tipo e granulometria e cor dos seus agregados, tendo-se mantido a sua geometria interna - condição subordinada ao seu desempenho acústico.

Mediante a optimização destes parâmetros, o novo bloco foi aplicado em diferentes áreas e contextos da escola Braamcamp Freire, satisfazendo as necessidades de isolamento acústico, adaptando-se às restrições dimensionais dos edifícios existentes e adequando-se a espaços de carácter público, exigindo-se uma superfície de acabamento confortável ao tacto.

A expressão arquitectónica dos blocos foi igualmente explorada mediante a sua forma, a montagem das alvenarias - tipo de aparelho, tendo-se explorado uma variedade de métricas, proporções e ritmos. Reconhecendo a importância do detalhe, quer em situações de remate entre blocos, quer em limites de transição com diferentes materiais ou elementos construtivos, foram executados vários ensaios em obra com vista a uma perfeita adequação construtiva.

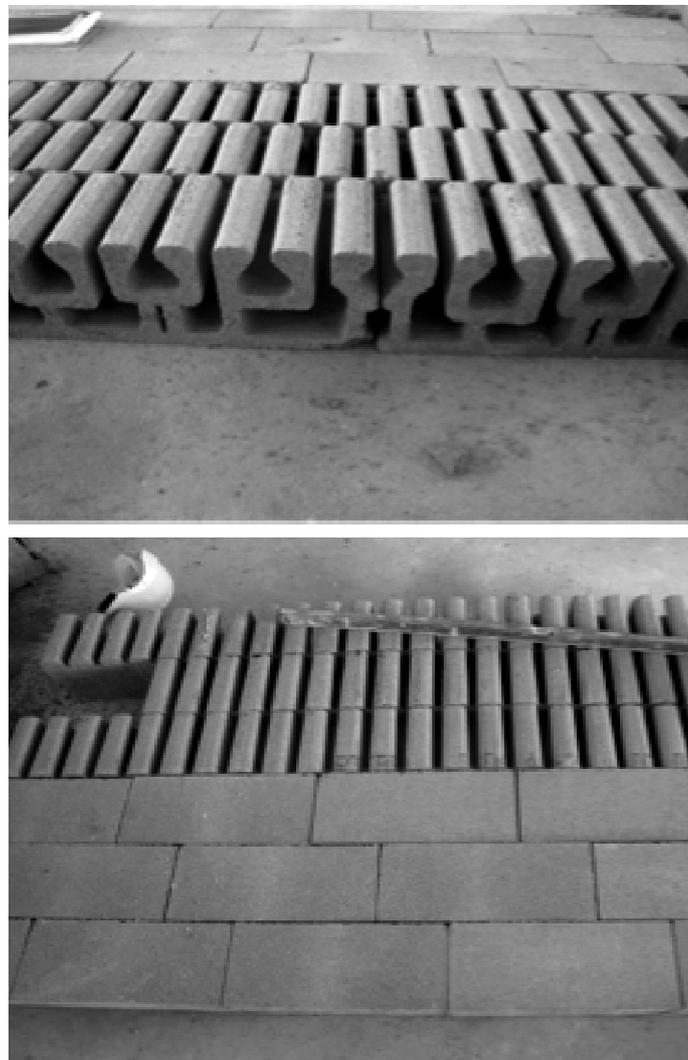


Figura 3: Escola Braamcamp Freire, ensaios em obra.



Figura 4: Escola Braamcamp Freire, imagem interior dos espaços de circulação - coerência métrica dos elementos construtivos.

2.1. O existente: *Soundcomfort*

O bloco existente em produção era constituído por betão leve de argila expandida, apresentando uma coloração avermelhada e uma elevada textura. Entre as suas características de desempenho, identificam-se várias vantagens na sua aplicação, sobretudo pelo seu desempenho acústico, reduzindo custos de manutenção, facilidade e rapidez na aplicação, elevada resistência mecânica, e elevada resistência ao fogo.

Por se tratar de um elemento sem tratamento de face á vista, a sua aplicação na construção cingia-se a contextos de componente técnica, nomeadamente: vias de transporte, locais de trabalho ruidosos, edificios industriais e espaços técnicos com exigências funcionais ao nível da absorção sonora. Perante este cenário, pretendendo-se uma optimização económica nos processos construtivos e de disponibilização de meios explorou-se uma solução em que o bloco acústico constitui igualmente um acabamento final, dispensando-se aplicações de rebocos de regularização e processos de pintura.

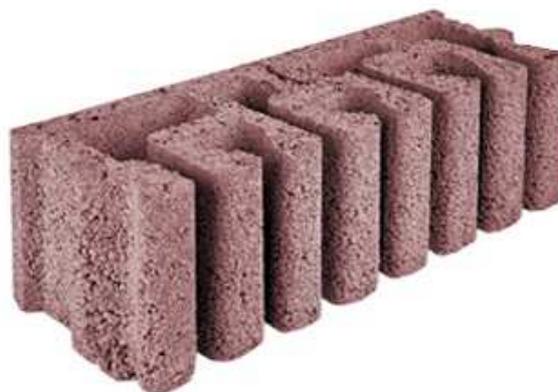


Figura 5: Bloco *Soundcomfort*, constituído por betão leve de argila expandida.

2.2. A inovação: *Soundcomfort* Face à Vista

Mediante a aplicação de agregados finos à base de cimento, foi possível produzir o mesmo bloco acústico, alcançando um tratamento de acabamento final (face à vista), com uma textura fina e elevado rigor de detalhe na sua geometria. Esta composição permite obter um bloco de cor neutra - cinza claro, similar ao betão à vista aplicado no projecto.

Dadas as características do bloco, cuja composição se baseia em agregados de baixa granulometria, este apresenta um acréscimo de cerca de 27% de massa volúmica, 27% do seu peso e um aumento dos índices de compressão na ordem dos 12%. Embora se verifique uma redução da textura das superfícies, a geometria das câmaras de reverberação mantém a sua função de atenuação acústica - situação ainda não avaliada em laboratório.

Tabela 1 – Bloco *Soundcomfort*, características e índices de desempenho. [3]

Bloco 600(C) x 200 (L) x 190 (A)	Massa (kg)	Resist. Compressão (N/mm ²)	Percent. Furação (%)	Massa Volúmica (Kg/m ³)	Isolamento Acústico (dB)
Soundcomfort	15	≥ 2,5	49	1100	45
Soundcomfort Face à Vista	19,1	≥ 2,8	49	1400	D.N.D

D.N.D – Desempenho não determinado.



Figura 6: Bloco *Soundcomfort* Face à Vista, constituído por agregados finos à base de cimento.

3. FORMA, TEXTURA, COR

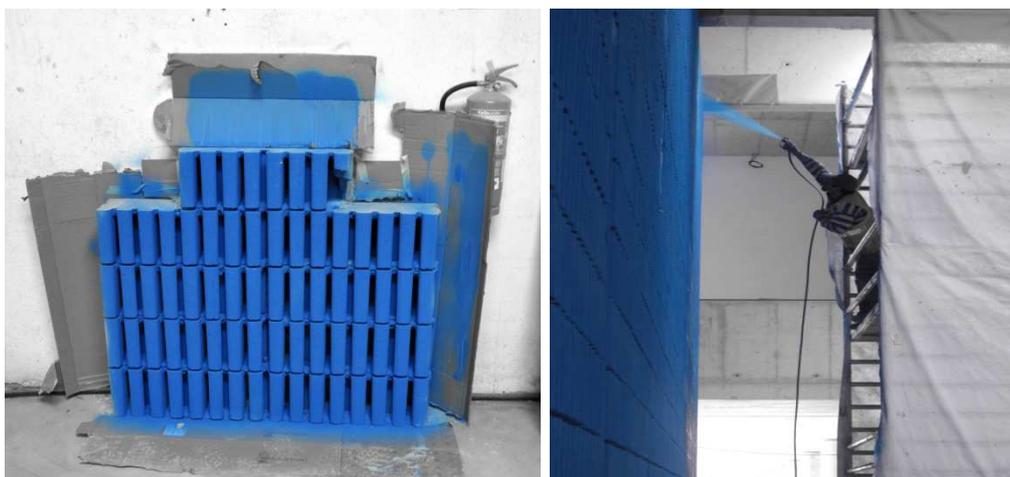
A textura é a configuração de uma superfície, sendo avaliada segundo uma sensação visual ou táctil. Neste caso, dadas as premissas de projecto, quer do ponto de vista da lógica de acabamentos, quer do ponto de vista da segurança e conforto dos seus utilizadores, teve-se como objectivo a produção de uma superfície o mais homogénea possível, reduzindo ao máximo a sua rugosidade.

Do ponto de vista cromático, foi assumida a cor regular do cimento, que devido à presença do óxido de ferro, apresenta uma coloração cinzenta.³ [4] Sempre que necessário, a cor foi aplicada mediante pintura, uma vez que se pretendia a obtenção de cores saturadas, em contraste com a cor do betão à vista - material dominante no projecto constituído como caso de estudo. A possível adição de pigmentos, tendo em conta o espectro cromático pretendido, tornaria o processo de produção consideravelmente honoroso.



Figura 7: Escola Braamcamp Freire, imagem interior com blocos *Soundcomfort Face à Vista*: blocos à cor natural.

Dada a geometria canelada do bloco, a aplicação de pintura foi executada com recurso a sistemas *airless*, de forma a garantir a uniformidade de acabamento na totalidade das superfícies. O processo de pintura foi também alvo de testes preliminares em obra, permitindo antecipar eventuais defeitos de aplicação. Devido à profundidade das câmaras de ressonância, a atribuição de cor a este tipo de blocos acústicos, manifesta-se segundo ténues variações claro/escuro. Esta gradação visual contribui para um efeito heterogéneo na alvenaria, que mediante um processo de abstracção visual, a torna homogénea na sua totalidade



(a)

(b)

Figura 8: Escola Braamcamp Freire, imagem interior com blocos *Soundcomfort Face à Vista*: (a) blocos pintados; (b) processo de pintura em obra.

4. ESTEREOTOMIA, DIMENSÃO, PROPORÇÃO

A palavra estereotomia encontra-se etimologicamente relacionada com os termos gregos “*stereo*” (sólido) e “*tomia*” (cortar). [5] Remete simultaneamente para a importância do domínio do detalhe e da definição de regras de proporcionalidade, adaptáveis às metodologias construtivas.

No edifício da Escola Braamcamp Freire existem dois casos de aplicação distintos: alvenarias mistas com bloco de cimento de face à vista e bloco acústico, e alvenarias acústicas, sendo constituídas na sua totalidade por blocos *Soundcomfort*.

No primeiro caso, dada a reduzida altura das fracções da alvenaria com pressupostos de correcção acústica, os blocos foram dispostos de forma a intercalada, tendo em conta a linearidade vertical dos elementos canelados. Cumulativamente aos aspectos compositivos, este princípio permitiu também criar uma alternativa a eventuais imprecisões (mínimas) na geometria dos blocos.

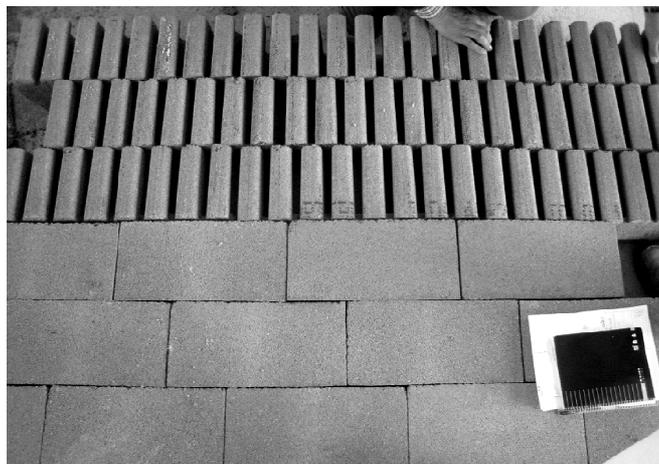
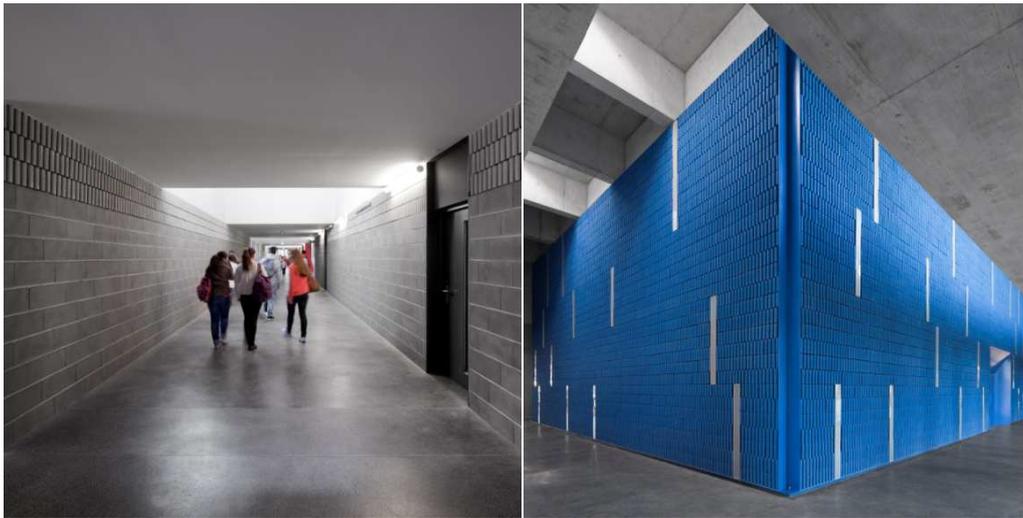


Figura 9: Escola Braamcamp Freire, testes de estereotomia em obra.

Também no caso das alvenarias mistas, tratando-se de um projecto com vertente de intervenção em edifícios existentes, com cotas altimétricas limitadas, tirou-se também partido do processo construtivo do bloco, executado por prensagem, para a produção de peças com alturas distintas da original (19cm), nomeadamente com 18 e 20 cm. Esta opção decorreu de uma questão técnica, dada a impossibilidade de cortar os blocos acústicos *in situ*, e de um conjunto de premissas de projecto, cuja dimensão dos blocos de alvenarias, e respectivas juntas de assentamento, se relacionam com a dimensão de vãos e cotas de pé direito livre. Com base nestes pressupostos, é mantida a linearidade e correspondência de juntas entre matérias e sua estereotomia, evitando-se o corte de peças.

No segundo caso, em que a totalidade da alvenaria tem um desempenho de correcção acústica, totalizando neste caso específico, panos contínuos com cerca de 7 metros de altura, com uma área de 90 m², por questões de proporcionalidade, os blocos encontram-se descentrados a cada duas fiadas, interrompendo a linearidade das superfícies caneladas. Este princípio contribuiu para a criação de uma composição distinta do caso anterior e proporcionalmente mais equilibrada com uma estrutura verticalmente dominante. Tal como referido, uma vez mais, o estudo da estereotomia e proporcionalidade, procuram um princípio de adaptabilidade, tornando-se transversal a todos os materiais e detalhes de transição - coerência dimensional com vãos e sistemas de iluminação, cuja disposição na alvenaria se corresponde com a estrutura compositiva dos blocos acústicos.

Em todos os casos, as juntas de assentamento são recuadas, em meia cana, permitindo o destaque dos blocos nos paramentos de alvenaria.



(a)

(b)

Figura 10: Escola Braamcamp Freire, imagem interior com blocos *Soundcomfort Face à Vista*: (a) alvenaria mista; (b) alvenaria totalmente acústica.

Relativamente ao tipo de aparelho, no caso dos paramentos mistos, a disposição dos blocos planos de face à vista, tem como matriz um desfazamento de $1/3$ (contrafiada), minimizando a repetição de juntas num mesmo alinhamento. Este princípio possibilita também os cumprimentos dos valores mínimos regulamentares, referentes aos comprimentos de sobreposição, que face à dimensão do bloco (20 cm de altura), corresponde a cerca de 8 cm, ou seja, cerca de $1/6$ do seu comprimento. [6]

No caso das fracções constituídas inteiramente por blocos acústicos, uma vez que a geometria do bloco permite a execução de juntas imperceptíveis, os comprimentos de sobreposição seguem requisitos meramente construtivos, no sentido de minimização de cortes e optimização de peças.

No projecto foram usados sistemas de alvenaria simples e compostos, dependendo da especificidade de cada caso, sendo que na sua totalidade se tratam de alvenarias confinadas, quer em situações de linearidade estrutural (entre estrutura), quer em situações de linearidade parcial - neste último caso (situações de elevada esbelteza), recorrendo-se paralelamente a travamentos adicionais a tardoz.

Cumulativamente às questões da materialidade, as opções de projectos relacionam-se com os aspectos inerentes à construção, às exigências de estabilidade, indeformabilidade e desempenho acústico.

Os blocos *Soundcomfort*, não permitem resolver situações de cantos, pelo que nestes casos e nos casos de interrupção de portas, foi incorporado um detalhe de remate metálico como junta. No caso de incorporação de luminárias, a seleção da luminária foi feita de modo a incorporar uma situação de remate. (Fig. 11)



Figura 11: Escola Braamcamp Freire: execução de alvenaria acústica em obra.

5. CONCLUSÃO

O uso do bloco Soundcomfort tornou-se fundamental para o projecto da escola Braamcamp Freire. O seu uso associado aos espaços públicos de circulação da escola permite um grande desempenho acústico associado a um valor estético que organiza visualmente estes espaços.

Um trabalho rigoroso com a indústria permitiu modificar um bloco existente em produção padronizada, num bloco cujos requisitos se adaptaram a particularidades do edifício, tendo em conta os meios de produção industrial.

A expressão arquitectónica dos blocos foi explorada mediante a sua forma, a montagem das alvenarias - tipo de aparelho, tendo-se explorado uma variedade de métricas, proporções e ritmos. Reconhecendo a importância do detalhe, quer em situações de remate entre blocos, quer em limites de transição com diferentes materiais ou elementos construtivos.

A expressão arquitectónica dos blocos foi igualmente explorada mediante a sua forma, a montagem das alvenarias - tipo de aparelho, tendo-se explorado uma variedade de métricas, proporções e ritmos. Reconhecendo a importância do detalhe, quer em situações de remate entre blocos, quer em limites de transição com diferentes materiais ou elementos construtivos, foram executados vários ensaios em obra com vista a uma perfeita adequação construtiva.

Este exemplo demonstra que é possível com recurso a sistemas de pré-fabricação standardizada, obter um produto personalizado a uma obra específica. O trabalho em conjunto com a indústria é neste caso fundamental e é sobretudo fundamental o conhecimento dos meios de produção.

Acreditamos que existe uma enorme potencialidade de pesquisa neste campo que pode ter como resultado uma mais-valia quer para o projecto quer para a indústria que vê flexibilidade num produto standard e consequentemente com fortes possibilidades de adaptação a um mercado que começa a dispôr uma oferta grande de *customize products*.

¹ *Soundcomfort*: marca registada no INPI n.º 10097, produto certificado com base em testes realizados na Maxit em 2008.

² A câmara de Helmholtz consiste num sistema absorção acústica baseado nas propriedades de dissipação de energia em torno de uma frequência de ressonância, com base nas suas características geométricas. Consiste na relação entre passagem de ar que se movimenta e a quantidade de ar presa num determinado volume. Quando o ar interior das câmaras de ressonância entra em vibração, a energia sonora é dissipada sob a forma de energia mecânica, (sob forma de atrito) dando origem a um processo de atenuação. [7]

³ A obtenção de cores distintas implica uma adição de pigmentos, muito finos [$0,1 < 1 \mu\text{m}$] e de uma substância inerte para o betão. Os pigmentos inorgânicos, à base de óxidos metálicos, permitem a obtenção de cores estáveis e homogêneas ao longo do tempo. Estas adições não devem exceder 10% da massa do cimento, sobre risco de serem comprometidas as capacidades de presa e endurecimento do mesmo. Caso se pretendam valores mais elevados, devem ser executados ensaios prévios. [4] Actualmente, dada a vasta gama de pigmentos, existe uma grande variedade de cores disponíveis. A afinação cromática depende também do grau de luminosidade pretendido, utilizando-se o cimento branco para a obtenção de cores mais vivas. [8]

AGRADECIMENTOS

O presente artigo contou com a inteira disponibilidade das empresas Previcon (produtora do bloco *Soundcomfort*) e Saint-Gobain Weber, prestando-se agradecimento ao Eng. António Chaves (Previcon), e aos Eng.s João Garcia e Rui Ramos (Saint-Gobain Weber).

Créditos fotográficos, Fig. 3, 6, 9(a) e 9(b): invisiblegentleman

REFERÊNCIAS

- [1] Fontes de Melo, A.C., Marques, A. - “Aplicações em betão leve de argila expandida, Seminário sobre Paredes de Alvenaria”, *P.B. Lourenço et al. (eds.)*, 169, 2007.
- [2] Weber, Saint-Gobain - “Manual técnico de alvenarias leca”, 40, 2014.
- [3] Previcon - “Ficha técnica, Bloco Soundcomfort, 2011.
- [4] Coutinho, A. de Sousa - “Fabrico e Propriedades do Betão, Volume 1”, *LNEC-Laboratório Nacional de Engenharia Civil*, Lisboa, 1988.
- [5] Frampton, K. - “Introdução ao estudo da cultura tectónica”, *Associação dos Arquitectos Portugueses & Contemporânea editora*, Lisboa, 24, 1995.
- [6] EN 1996-1-1 - “Eurocode 6 – Design of masonry structures - Part 1-1: General rules for reinforced and unreinforced masonry structures”, *European Standard. CEN. Brussels*. November 2005.
- [7] Lisot, A., Soares, P. F. - “Rossoadores de Helmholtz em barreiras acústica: Avaliação do desempenho na atenuação do ruído de tráfego”, *Acústica 2008, Universidade de Coimbra*, 2-3, 2008.
- [8] Inácio, C. C. D. - “As novas potencialidades do betão como material arquitectónico, aplicação a um sistema prefabricado de mobiliário urbano - Tese de dissertação para a obtenção de grau Mestre; *FAUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*, Porto, 48-50, 2005.