



Um evento do

centroHabitat

CINCOS'10

Congresso de Inovação na
Construção Sustentável
Congress of Innovation on Sustainable Construction

Inovação na Construção Sustentável

Innovation on Sustainable Construction

Victor M. Ferreira, Luís Bragança, A. Baio Dias, A. Silva Afonso, Jorge de Brito

Índice

Table of Contents

I. Materiais e produtos para a construção sustentável

Materials and products for a sustainable construction	9
<i>Aplicações da análise de ciclo de vida na avaliação ambiental dos produtos: esquemas de reconhecimento existentes</i>	
A. Coelho, C. Ramos	11
<i>Abordagens disponíveis na análise do ciclo de vida do edifício comercial - O caso dos grandes retalhistas</i>	
A. Ferreira, M. Duarte Pinheiro, J. de Brito	23
<i>Estudo da aplicação da nanotecnologia no sector da construção: necessidades e novas oportunidades</i>	
A. Vieira, M. Machado, J. Branquinho, O. Rocha	35
<i>Avaliação do impacto global em Portugal da adopção de medidas de eficiência hídrica ao nível dos produtos</i>	
Armando Silva-Afonso, Carla Pimentel-Rodrigues	47
<i>O bloco térmico cerâmico especialmente concebido para o Sistema ETICS ("Capotto")</i>	
A. Corte Real	59
<i>Argamassas poliméricas – Uma proposta de matriz de caracterização da durabilidade</i>	
M.C.S. Ribeiro, A.J.M. Ferreira, A.T. Marques	65
<i>Argamassa de reboco com características térmicas</i>	
Dina Frade, André Correia	75
<i>Caracterização dos agregados finos reciclados provenientes de centrais de reciclagem portuguesas</i>	
Fernando Rodrigues, Maria Teresa Carvalho, Luís Evangelista, Jorge de Brito	85
<i>Certificação ambiental de materiais e soluções construtivas - aplicação à realidade portuguesa</i>	
J. D. Silvestre, J. de Brito, M. D. Pinheiro	97
<i>Valorização dos resíduos da indústria da cortiça (granulados) como agregados no fabrico de argamassas e betões</i>	
M. Lurdes Belgas Costa, Fernando G. Branco	113
<i>Declaração ambiental de produto aplicado ao tijolo</i>	
M. I. A. Almeida, A.C Dias., Dias, B., E. Castanheira, L. Arroja	125
<i>Vantagens da cortiça na construção sustentável</i>	
Noélia Marreiros, Luís Gil, Paulo Cortiço	135
<i>Considerações sobre a sustentabilidade das unidades de alvenaria</i>	
F. Pacheco Torgal, Joana Faria, Said Jalali	139
<i>Toxicidade de materiais de construção. Uma questão incontornável para a construção sustentável: Parte 1. Os casos do amianto e das nano partículas</i>	
F. Pacheco Torgal, Joana Faria, Said Jalali	153
<i>Toxicidade de materiais de construção. Uma questão incontornável para a construção sustentável: Parte 2. Os casos dos materiais com contaminação radioactiva e das canalizações em chumbo para abastecimento de água.</i>	
F. Pacheco Torga, Joana Faria, Said Jalali	165
<i>Toxicidade de materiais de construção. Uma questão incontornável para a construção sustentável: Parte 3. Os casos dos materiais plásticos, colas sintéticas, isolamentos térmicos, tintas, vernizes e produtos para preservação de madeiras</i>	
F. Pacheco Torgal, Joana Faria, Said Jalali	173
<i>Integração de critérios ambientais e sociais na concepção e construção de obras públicas</i>	
P. Trindade, A. P. Duarte	183

<i>Utilização de derivados e resíduos na produção de betão</i> P. Cachim, A. Velosa, E. Ferraz	197
<i>Argamassas funcionais para uma construção sustentável</i> S. Lucas, J.L. Barroso de Aguiar, V.M. Ferreira	209
<i>Mitigação da RAS e DEF pela utilização de resíduos de minas de tungsténio</i> S. Sousa, A. Santos Silva, A. Velosa, F. Rocha	217
<i>Resíduos de construção e demolição em obras de reabilitação</i> João Melim, Hipólito Sousa	229
<i>Análise ambiental do FIBRICORK</i> António Coelho, Liliana Soares	239
<i>BloCork – Desenvolvimento de blocos de betão com cortiça</i> Nuno Simões, Nuno Salgado, Igor Castro, Andreia Gil, Carlos Manuel	251
2. Tecnologias e sistemas de construção e reabilitação	
<i>Sustainable construction and rehabilitation technologies and systems</i>	265
<i>Utilização de redes sensoriais 'wireless' na promoção da eficiência energética em ambiente doméstico</i> António J. Gano, Pedro A. Rocha, A. Miguel de Campos, Maria J. Martins	267
<i>Os Sistemas de caixilharia de alumínio de ruptura térmica e o seu contributo para a optimização dos consumos energéticos nos edifícios</i> C.M. Bóia, J. Madail, R. Pereira, J. Santos	281
<i>Effisus efficient sustainability</i> Pedro Carvalho, Paulo Carvalho, Ana Tomé	289
<i>Construção do edifício sustentável - Contribuição para um processo operativo</i> M.P. Amado, B.A. Ferreira	297
<i>Estado-da-arte da desconstrução das redes prediais nos edifícios - Principais orientações existentes</i> M. Santos, J. Brito, M. Pinheiro	313
<i>Modelação adaptativa de infra-estruturas humanas Reabilitação sustentável de edifícios de ensino básico</i> M. L. R. Lopes, J. Saraiva, A.R. Pinto	325
<i>A casa com pátio interior com cobertura amovível - Uma estratégia passiva de conforto térmico</i> Paulo Brito da Silva, A. Reaes Pinto	331
<i>Construção e desenvolvimento de abrigos em sacos de terra</i> R. Hortelão, F. Gonzalez, A. Reaes Pinto	343
<i>Construção em madeira – Exigências para certificação energética</i> Romeu da Silva Vicente, Maria Fernanda Rodrigues, Rui Miguel Jerónimo	351
<i>Estudo de soluções de fachada com tecnologia fotovoltaica</i> Mário F. C. Fernandes, Romeu S. Vicente, Nelson A.D. Martins	365
<i>Reabilitação sustentável de edifícios de habitação</i> Tânia Lopes, Miguel P. Amado	375
<i>WALL-IT – Estruturas multicamada para revestimento multifuncional de paredes interiores</i> A. Assembleia, T. Sotto Mayor, M. Machado, A. Vieira, J. Morgado, G. Bonifácio, F. Rodrigues, J. L. Nogueira, A. Arantes	391
<i>WALLINBLOCK – Desenvolvimento de soluções para uma construção sustentável</i> Julieta António, A. Gil, A. Coelho, S. Almeida, A. Valente, L. Soares	403
<i>A certificação da construção sustentável</i> Hugo Espírito Santo, Miguel Amado	413
<i>Reabilitação do edificado existente como via para a sustentabilidade na construção: dois exemplos.</i> V. Córias, S. Fernandes, L. Mateus	421

3. Impacto e desempenho energético e ambiental	
<i>Energy and environmental impacts and performance</i>	431
<i>Avaliação de impactes ambientais de ciclo de vida de um edifício de habitação unifamiliar</i>	
Carla Vale, R. Mateus, L. Bragança	433
<i>BIPV - O novo paradigma na construção</i>	
C. Rodrigues, J. Luis, N. Pereira	445
<i>Life cycle assessment of a Portuguese house with alternative heating systems and different building envelopes</i>	
Helena Monteiro, Fausto Freire	459
<i>Net Zero Energy Buildings: A comparative analysis of alternatives including on-site vs. off-site offset</i>	
Isabel Azevedo, Vitor Leal	471
<i>Baixo consumo energético desafia o RCCTE para soluções passivas?</i>	
J. Ferreira, M. Pinheiro	485
<i>Impacto das formas urbanas no desempenho térmico dos edifícios segundo o método do RCCTE</i>	
Luciana Silva, Vítor Leal, Jorge Carvalho	499
<i>Metodologia para a integração de sistemas solares activos na envolvente de edifícios</i>	
Luís Leite, Hipólito Sousa	513
<i>Analysis of main thermal characteristics of the residential buildings in Portugal since July 2006</i>	
Manuel Casquijo, Paulo Santos	525
<i>Análise de desempenho ambiental do TECNOTIJOLO face ao tijolo tradicional – caso de estudo</i>	
Marisa Almeida, Pedro Frade, António Corte-Real	535
<i>Avaliação de impactes no fabrico de pavimento e revestimento cerâmico</i>	
M. I. A. Almeida, A.C. Dias, B. Dias, E. Castanheira, L. Arroja	541
<i>Energy-efficient retrofit of buildings in Lisbon – Pombalino typology case-study</i>	
Nuno Climaco Pereira, Luísa Caldas, Manuel Correia Guedes, Leon Glikzman	551
<i>Metodologia simplificada de cálculo de perdas de calor pelo solo em edifícios</i>	
Catarina Serra, Nuno Simões, José Lourenço	565
<i>Determinação numérica e experimental do impacto da incorporação de PCM para climatização passiva de um edifício.</i>	
Tiago Silva, Romeu Vicente, Nelson Soares, Victor Ferreira	579
<i>SOLESIA – Telhas solares fotovoltaicas</i>	
Pedro Lourenço	589
<i>O contributo das soluções de controlo solar para a sustentabilidade do edificado</i>	
C. Oliveira, A. Reaes Pinto	601
<i>A “Declaração Ambiental de Produto” como factor de sustentabilidade na construção</i>	
A. Capetillo, C. Oliveira, A. Reaes Pinto	613
<i>Optimização de envidraçados para um sistema de fachada destinado a reabilitação eco-eficiente de edifícios</i>	
Helenice M. Sacht, Luís Bragança, Manuela Almeida	625
4. Utilização de recursos naturais	
<i>Use of natural resources</i>	637
<i>Soluções para a melhoria do desempenho hídrico de edifícios de grandes dimensões</i>	
Cristina Santos, Diogo Leite	639
<i>Construção sustentável – soluções comparativas para o uso eficiente da água nos edifícios de habitação</i>	
Luís Barroso, Miguel Amado	649
<i>Universidade de Aveiro: perspectivas sobre o papel singular no desenvolvimento sustentável da cidade e da região</i>	
Ana Trindade Fonseca, João Paulo Cardielos	659

5. Economia e gestão da construção sustentável	
Sustainable construction economy and management	667
<i>Avaliação do impacto dos vãos envidraçados no conforto térmico de fracções autónomas de habitação</i>	
Alexandra Costa, Vasco Rato	669
<i>Sustentabilidade EDIFER – O projecto “Greenbuilding edifer”</i>	
Alexandra O'Neill, Dinis Silva, Sebastião Gaiolas, Pedro Pereira, Diana Graça	683
<i>Centros universitários sustentáveis</i>	
João Dias, B. Anabela Ribeiro	689
<i>Environmental and economical viability associated to the sustainability criteria applied in commercial buildings</i>	
Luciana Jesus, Manuela G. Almeida, António C. Almeida	697
<i>O contributo das estratégias locais para o investimento na construção sustentável – Estudo de caso do centro escolar de Alcanede</i>	
Maria João G. Narciso Cardoso, Pedro Camões Gouveia	705
<i>Eficiência hídrica em edifícios e espaços públicos – Um caso de estudo na região de Aveiro</i>	
Mário Couto, C. Ferreira, A. Silva-Afonso, V. M. Ferreira	719
<i>Cidades sustentáveis – O desafio para a cidade do séc. XXI</i>	
Miguel Amado, Rosário Ribeiro, Inês Carrapiço	725
<i>Sector da construção: perspectivas e tendências de mercado</i>	
Miguel Branco-Teixeira	739
<i>Ecobairro – um conceito para o desenho urbano</i>	
Rogério Azevedo Gomes	745
<i>Gestão de resíduos da construção e demolição: contributos para uma avaliação da política nacional</i>	
S. Costa, E. Barata	761
<i>Metabolismo industrial e gestão de resíduos na construção civil</i>	
V. Durão, S. Osório-Peters e J. Caixinhas	775
<i>A sustentabilidade de grandes infra-estruturas - O caso dos estádios de futebol</i>	
Susana Lucas, A. Silva-Afonso, V. M. Ferreira	785
<i>Desafios, estratégias e instrumentos de sustentabilidade para o ambiente urbano</i>	
Carla Silva, Liliana Soares, Ana Coelho	791
<i>A sustentabilidade do edifício solar XXI</i>	
Joana Andrade, Luís Bragança, Armando Oliveira	803
Índice de Autores	
Authors Index	815

Considerações sobre a sustentabilidade das unidades de alvenaria

F. Pacheco Torgal¹, Joana Faria², Said Jalali³

¹ C-TAC, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal,

² Dep. Eng^a Civil, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal,

³ Dep. Eng^a Civil, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal,

Resumo

Em Portugal a construção de alvenarias em edifícios, tem-se pautado de há vários anos a esta parte por uma rigidez incompreensível, traduzida quase exclusivamente pela utilização de tijolos cerâmicos e blocos de betão (estes quase residualmente), apenas com funções divisórias e sem um desempenho de relevo nas vertentes térmica ou acústica. A utilização de unidades para alvenarias contendo resíduos industriais, com desempenhos físicos otimizados e permitindo ainda o aproveitamento de uma elevada capacidade resistente, constituem tendências para uma maior sustentabilidade, que se abordam na presente comunicação. As melhores soluções disponíveis comercialmente, quer para tijolos cerâmicos quer para blocos de betão leve, permitem a execução de paredes exteriores em pano único, com elevados desempenhos térmicos (U inferior a $0,6 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$) e também acústicos (R_w de aprox. 50 db) de alvenaria resistente, pelo que a competitividade entre ambos se fará no futuro em termos do impacto ambiental de cada uma das soluções. No entanto e tendo em conta a sua baixa energia incorporada, é expectável que os blocos de betão à base de ligantes hidráulicos venham no futuro a conquistar uma maior quota de mercado. O futuro passará assim pela utilização de unidades de alvenaria capazes de cumprir simultaneamente vários requisitos, e que possam ainda incorporar resíduos de outras indústrias.

Palavras-chave: Alvenarias, blocos não cozidos, novos formatos, resíduos industriais

Introdução

Enquanto que as alvenarias em pedra existem quase desde o início da própria civilização humana, já os primeiros tijolos consistiam apenas em lama seca ao sol e pensa-se que tenham sido usados pela primeira vez em 8.000 A.C na Mesopotâmia, (terra entre rios), uma zona delimitada pelos rios Tigre e Eufrates que se estende do Sudeste da Turquia, e Norte da Síria e do Iraque até ao golfo Pérsico. Já os tijolos cozidos à base de argilas acredita-se que existem desde 3.000 A.C. [1]. Os tijolos cerâmicos vidrados na Porta de Ishtar, datados de 500-600 A.C. comprovam que por esta altura, a construção em tijolos cerâmicos era uma técnica já objecto de alguma sofisticação. Embora a civilização Romana tenha deixado um vasto conjunto de obras onde predomina a alvenaria de pedra, existem ainda assim vários edifícios construídos por estes, com tijolos cozidos, como por exemplo a livraria de Celso em Efeso construída em 117 D.C. A partir do Séc. X, a construção em alvenaria de tijolo difundiu-se um pouco por todo o Planeta, sendo inúmeros os exemplos que o comprovam. Em Portugal só a partir do Século XX, é que

tem início um processo de construção com alvenarias de tijolo cozido, em substituição da até então predominante construção em alvenaria em pedra. A construção de alvenarias em edifícios, tem-se pautado de há vários anos a esta parte por uma rigidez incompreensível, não espanta por isso que a caracterização feita há já alguns anos por Sousa [2] se mantenha actual. A construção em Portugal está actualmente, como estava então, subordinada ao primado das estruturas em betão armado, em que as alvenarias têm somente um papel menor como função divisória, situação muito diferente daquilo que sucede nos outros países.

Também na mesma altura, Dias [3], referia não ser facilmente compreensível que estando demonstrada a competitividade económica da utilização de alvenarias de tijolo com capacidade resistente em edifícios de 2 e 3 pisos e estando publicada informação técnica suficiente, por via dos Eurocódigos 6 e 8, que potencialidades das alvenarias de tijolo continuassem desaproveitadas. Mais recentemente Lourenço [4], descreve alguns casos relativos à utilização de alvenaria de tijolo com funções resistente, mas o próprio admite que são casos isolados. Este autor sugere que uma explicação possível para a quase total ausência de construção em alvenaria resistente no nosso país, poderá estar relacionada com a falta de formação dos Técnicos. *"a comunidade projectista, em geral, não esteja suficientemente capacitada para a elaboração de projectos de alvenaria estrutural, uma vez que esta temática não é habitualmente leccionada nas formações de 5 anos de Engenharia Civil"*.

Gouveia et al. [5] afirmam haver bastante inércia quer por parte das entidades com responsabilidades formativas ao nível técnico, quer da indústria da construção. Estes autores apresentam uma síntese dos diversos tipos de alvenarias com funções resistentes. Bem como descrevem vários projectos de investigação, no sentido de contribuírem para o aumento das potencialidades das alvenarias de tijolo, a saber:

- Projecto SINALES – Adequação de blocos de betão leva para alvenaria estrutural
- Projecto DISWall – Desenvolvimento de soluções para alvenaria armada localizadas em zonas de elevada ou moderada sismicidade
- Projecto cBloco – Desenvolvimento de bloco cerâmico cumprindo requisitos térmicos para alvenaria estrutural

Desempenho ambiental das indústrias do sector

Relativamente à produção de blocos de betão, os impactos ambientais desta indústria, são menores do que os da indústria da produção de tijolos cerâmicos e são na sua maioria devidos à produção de cimento Portland.

Quanto a indústria de produção de tijolos cerâmicos, que beneficia de uma situação geológica favorável do ponto de vista da disponibilidade de argilas no nosso país, esta tem uma produção que oscila entre 4 a 5 milhões de ton./ano. A mesma encontra-se distribuída um pouco por todo o país, sendo evidente um aumento do volume de produção no Litoral.

Relativamente aos impactos ambientais provocados por esta indústria, podem os mesmos ser resumidos da seguinte forma:

- Consumo de recursos não renováveis
- Consumo de energia
- Consumo de água
- Emissões de gases poluentes
- Produção de resíduos

Os impactos ambientais do consumo de recursos não renováveis necessários a esta indústria, não acontece tanto pelas disponibilidades de argilas, que são bastante vastas, mas antes pela redução da área de solo disponível para efeitos da preservação da biodiversidade.

Muito embora o actual quadro legal obrigue à existência de um Plano Ambiental de Recuperação Paisagística para pedreiras e outras explorações mineiras, nos termos do Decreto Lei N^o270/2001 de 6 de Outubro, é evidente que em muitos casos será praticamente impossível restaurar o delicado equilíbrio ecológico existente, antes da abertura da exploração mineira.

A necessidade de cozedura dos tijolos cerâmicos a elevadas temperaturas, leva a que esta seja uma indústria de elevados consumos de energia. Algumas estatísticas apontam para o facto do fabrico de tijolos cerâmicos implicar um consumo unitário de 45kgep/ton, sendo que a nível global se estime em aprox. 2 Gj/ano as necessidades energéticas da indústria de produção de tijolos cerâmicos. As fontes de energia utilizada são várias abrangendo fuel, gás natural e gás propano. A utilização de equipamentos mais eficientes, o uso de biomassas ou a utilização de aditivos na composição dos tijolos, que actuem como fundentes, pode ainda assim contribuir para a minimização do consumo de combustíveis fósseis.

Esta indústria implica o consumo de água, em volumes que no entanto são bastante menores que os necessários a outras industria.

As emissões poluentes provocadas por esta indústria são constituídas por partículas, dióxido de enxofre (SO₂), óxido de azoto (Nox), monóxido de carbono (CO) e fluoreto de hidrogénio (HF) e dióxido de carbono. Relativamente a este último estima-se que a sua produção ronde aprox. 400.000 ton/ano.

A produção de resíduos desta indústria é composta na sua maioria a cacos crus e cozidos. Dadas as suas características estes são reaproveitados e incorporados novamente no processo produtivo ou podem ser utilizados como subprodutos para a industria de produção de betões.

Tijolos cerâmicos com incorporação de resíduos

a produção de tijolos cerâmicos, com incorporação de resíduos de outras indústrias, constitui uma boa forma da indústria cerâmica contribuir para uma construção mais sustentável. Por um lado porque há redução da extracção de argilas e por outro porque se evita a deposição em aterro dos referidos resíduos.

Lingling et al. [6] estudaram a possibilidade de substituição de elevadas quantidades de argilas por cinzas volantes. Embora os tijolos com incorporação de cinzas necessitem de ser cozidos a aprox. 1050 °C, o que representa um acréscimo de 50 a 100 °C, comparativamente aos tijolos sem cinzas volantes, apresentam elevada resistência mecânica, baixa absorção de água e boa resistência ao gelo-degelo. Estes autores referem que embora o aumento da adição de cinzas se traduza numa redução da resistência à compressão dos tijolos cerâmicos, ainda assim a utilização de elevados volumes de cinzas, permite a obtenção de tijolos com resistências mecânicas bastante elevadas. Uma outra constatação que é possível fazer é que a utilização de levadas percentagens de cinzas se traduz numa redução da densidade dos tijolos cerâmicos. Os mesmos autores referem que a utilização de elevados volumes de cinzas reduzem a plasticidade da mistura, sendo que misturas com índices de plasticidade abaixo de 6 dificultam o processo de extrusão.

Outros autores [7] estudaram o desempenho de tijolos contendo cinzas volantes, comprovando que a sua incorporação contribui para diminuir a densidade da matriz. Estes autores referem também que a utilização de uma percentagem de cinzas conduz à alteração da cor dos tijolos. Este facto pode obstar à sua utilização em determinadas aplicações de face à vista, onde os tijolos sejam provenientes de vários fabricantes.

Saboya et al. [8] analisaram a substituição de argila por um sub-produto da indústria de transformação de mármore, tendo obtido tijolos com elevadas resistências à compressão. Estes autores concluem no entanto, que a utilização de uma percentagem de substituição de 15% e o uso de uma temperatura de cozedura de 850 °C é a mais aconselhável, devido à elevada absorção de água da mistura com 20% de substituição de argila pelo sub-produto de mármore.

Outros [9] analisaram a viabilidade da utilização de alguns resíduos minerais (pó de granito e de caulino), conjuntamente com escorias de alto forno, no fabrico de tijolos cerâmicos com elevada resistência aos ácidos, concluindo pela eficácia de uma composição com 50% de pó de caulino, 20% de pó de granito e 30% de escórias de alto forno.

Ajam et al. [10] analisaram o desempenho de tijolos cerâmicos com substituição de argilas fosfogesso, constatando que a adição de fosfogesso não reduz a plasticidade da mistura e que a utilização de elevados volumes de fosfogesso permite a obtenção de um produto com suficiente resistência mecânica (Figura 1).

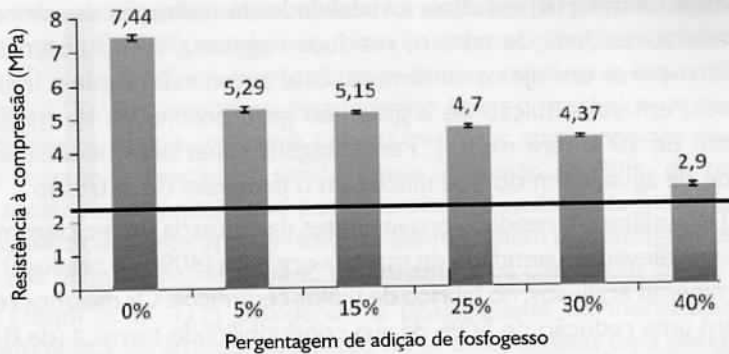


Figura 1 – Resistência mecânica para tijolos com diferentes adições de fosfogesso [10]

Os mesmos autores observam ainda que os tijolos à base de fosfogesso apresentam valores de absorção de água inferiores aos limites regulamentares e também que a utilização de percentagens de fosfogesso de 5 e 10% se traduzem numa redução da absorção de água, comparativamente aos tijolos sem fosfogesso. No entanto a retracção dos tijolos contendo 40% de fosfogesso é superior ao limite regulamentar, pelo que a percentagem de 30% surge como aquela que consegue um desempenho aceitável para as várias exigências físicas e mecânicas.

Mekki et al. [11] estudaram a possibilidade de incorporação de resíduos da indústria de produção de azeite em tijolos cerâmicos. Estes resíduos são usualmente designados por “águas ruças” e tem um teor orgânico muito elevado, especialmente polifenóis que são compostos tóxicos e que por isso representam um problema ambiental. Estes autores comprovaram que a produção de tijolos cerâmicos, a partir da cozedura da mistura de argilas com “águas ruças”, permite um produto final com características mecânicas idênticas às de tijolos sem essa adição, embora com um ligeiro aumento da retracção de 10% e da absorção de água de 12%. Os mesmos autores comprovaram ainda que a cozedura dos novos tijolos pode ser feita a 880 °C em vez dos tradicionais 920 °C, o que permite redução do consumo energético.

Resultados idênticos são obtidos por Casa et al. [12], que também comprovou que o reaproveitamento de “águas ruças” permite produzir tijolos cerâmicos com características físicas e mecânicas idênticas às dos tijolos correntes, com a vantagem de esta opção permitir poupanças energéticas entre 2,4 a 7,3%.

Em Portugal, Cruz [13] analisou o desempenho de blocos cerâmicos contendo resíduos de serradura, de poliestireno e de perlite concluindo pelo seu elevado potencial para o aumento do desempenho tanto térmico como acústico dos tijolos cerâmicos contendo os referidos aditivos.

A técnica da redução da densidade de tijolos cerâmicos contendo aditivos orgânicos, aproveita o facto de durante a fase de cozedura a combustão da matéria orgânica presente na mistura levar à formação de micro-poros, tendo também sido objecto de investigação no trabalho de outros autores [14-17].

Mais recentemente Demir [18] estudou a viabilidade da utilização de vários resíduos orgânicos (serradura, resíduos de tabaco, resíduos vegetais), como potenciadores da formação de micro-poros em tijolos cerâmicos. Este autor, refere que a utilização dos referidos resíduos, em substituição de argilas não gera problemas de moldagem até uma percentagem de 10% (em massa). Percentagens superiores necessitam de uma maior quantidade de água, além do que dificultam o processo de extrusão.

Suctu & Akkurt [19] utilizaram resíduos provenientes da indústria de reciclagem do papel, compostos por uma elevada quantidade de matéria orgânica (40% de celulose) e 60% de calcite e outros minerais argilosos, no fabrico de tijolos cerâmicos. Os mesmos referem ter obtido tijolos com uma redução de 50% da sua condutibilidade térmica (de 0.83W/m.K para 0.42W/m.K) mas ainda assim com suficiente resistência mecânica (Tabela 1).

Tabela 1 – Propriedades dos tijolos com resíduos de papel cozidos a 1100 °C [19]

Propriedades	Percentagem de resíduo em massa			
	0	10	20	30
Absorção de água (%)	16,7	23,9	31,9	40,4
Resistência à compressão (MPa)	39,2	15,7	7,5	4,9
Condutibilidade térmica (W/mK)	0,83	0,59	0,48	0,42

Outros autores [20] estudaram o reaproveitamento cinzas de casca de arroz e de lamas provenientes de estações de tratamento de água na produção de tijolos leves. Os resultados obtidos mostram que a obtenção de tijolos com a resistência regulamentar mínima de 10MPa, implica uma temperatura de cozedura de 1100 °C e percentagens de cinzas não superiores a 15%. No que se refere à absorção de água dos tijolos referidos, o aumento da percentagem de cinzas de casca de arroz traduz-se em elevados valores de absorção, que só se tornam aceitáveis com temperaturas de cozedura próximas dos 1100 °C. Estes resultados podem ser explicados pela porosidade dos tijolos cujo comportamento é de alguma forma similar para as diferentes percentagens de cinzas de casca de arroz e para as diferentes temperaturas de cozedura

Os resultados obtidos em termos de microestrutura, confirmam que os tijolos à base de lamas sem cinzas são bastante densos e logo é sem surpresa que tenham baixa absorção de água e elevada resistência à compressão. À medida que se aumenta a percentagem de cinzas é visível que a microestrutura se apresente menos compacta e mais porosa.

Lin [21] estudou a inertização de resíduos provenientes de ecrãs de LCD (televisões e computadores) em tijolos cerâmicos. Estes resíduos são constituídos na sua maioria por vidro com alguns metais pesados (Tabela 2).

Tabela 2 – Composição química e quantidade de metais pesados em resíduos de ecrãs de LCD [21]

SiO ₂	Na ₂ O	Cu	Zn	Pb	Cr
64%	0,3%	0,27(mg/kg)	0,23(mg/kg)	0,65(mg/kg)	0,18(mg/kg)

O comportamento ambiental dos tijolos, foi analisado através de ensaios de lexiviação com a Norma TLCP-EPA, sendo que todas as composições ensaiadas, inclusive aquelas contendo 40% de resíduos, verificavam os limites relativos à concentração de metais dos lexiviados. Relativamente ao desempenho físico e mecânico os resultados obtidos revelaram que os tijolos com este tipo de resíduos apresentavam menor absorção e ganho na resistência mecânica, sendo que a utilização de 30% de resíduos de ecrãs de LCD, mostrou ser aquela que permitia obter a resistência máxima. Segundo estes autores, a utilização deste tipo de resíduos permite além de vantagens ambientais, evitar os custos das taxas de deposição (40 euros/ton.) e os custos das argilas (10 euros/ton.). Também Dondi et al. [22] estudaram a possibilidade de inertização deste tipo de resíduos em tijolos cerâmicos, sugerindo no entanto apenas uma percentagem de 2%, já que percentagens superiores, podem implicar não só redução da plasticidade da mistura, mas também reduções de resistência, o que no entanto está dependente quer das características dos resíduos, quer mesmo das argilas. Estes autores analisaram o comportamento ambiental dos resíduos através de ensaios de lexiviação de acordo com a norma DIN 38414-S4, observando que a concentração de metais pesados lexiviados não é significativa.

Os mesmos autores referem estimativas de Hermans et al. [23], segundo as quais a produção destes resíduos nos países Europeus, se estima em 25.000m³/ano por milhão de habitantes.

Outros autores [24] analisaram a incorporação de resíduos provenientes de paredes de vidro estrutural em tijolos cerâmicos. Segundo estes o melhor desempenho físico e mecânico dos tijolos é obtido para percentagens de incorporação de resíduos de 15% e 30%. Percentagens superiores levam a menor resistência e a excessiva absorção de água.

Blocos não cozidos

A produção de elementos para alvenarias sem utilização da fase de cozimento, pelo recurso a materiais ligantes e subprodutos com características pozolânicas e ou hidráulicas, constitui uma forma de se diminuir o consumo de energia associada ao fabrico dos tijolos cerâmicos. No Reino Unido estima-se que as poupanças energéticas associadas à substituição de apenas 1% de tijolo cerâmico por blocos não cozidos, permite poupanças de energia equivalentes às de 20.000 habitações [25].

As preocupações da comunidade científica com este tema, já vêm de longe. Arundass (1990) [26] revela resultados relativos à produção de blocos à base de (solo arenoso+lamas vermelhas+cinzas volantes+cal). As lamas vermelhas são um subproduto proveniente da indústria de produção de alumínio, compostas por óxidos de ferro, alumínio e titânio.

Este autor utilizou uma prensa manual no fabrico dos blocos, capaz de aplicar uma pressão de 4MPa, tendo obtido resultados bastante satisfatórios para misturas com 5% de cal (Tabela 3)

Tabela 3 – Resistência e absorção de água dos blocos (Arundass, 1990)

Composição	Absorção de água (%)	Resistência à compressão (MPa)	
		28 dias	Após ensaio de desgaste
100% lamas - 0% solo - 5% cal	22,0	3,75	2,82
100% lamas - 0% solo - 8% cal	22,2	4,22	4,47
75% lamas - 25% solo - 5% cal	24,0	3,51	2,76
75% lamas - 25% solo - 8% cal	25,0	3,66	2,84
50% lamas - 50% solo - 5% cal	31,0	2,98	2,68
50% lamas - 50% solo - 8% cal	29,8	3,28	2,95
75% lamas -25% cinzas - 5% cal	33,5	1,92	1,55
75% lamas -25% cinzas - 8% cal	34,0	2,55	1,94

Kumar [27,28] refere o desenvolvimento de blocos à base de (cinzas + cal + fosfogesso), com a obtenção de um produto final de densidade 20-40 inferior à dos tijolos cerâmicos correntes, com uma resistência à compressão no intervalo 4-12MPa, suficiente para construção de alvenarias e elevada resistência quando expostos em meio ácido agressivos. A mistura reproduz as características de um ligante hidráulico, sendo que a sílica presente nas cinzas volantes reage com o hidróxido de cálcio para gerar silicatos de cálcio hidratado. Por sua vez a alumina, conjuntamente com o hidróxido de cálcio reage com o gesso formando trissulfoaluminato de cálcio hidratado.

Outros autores [29], estudaram a utilização de resíduos de pó de calcário e uma quantidade variável de resíduos de madeira (10,20 e 30%) e, conjuntamente com pequenas quantidades de cimento (aprox. 10% em massa), no fabrico de blocos (sob pressão) para alvenaria (Tabela 4).

Tabela 4 – Propriedades físicas e mecânicas dos tijolos com resíduos de madeira e pó de calcário [29]

Comp.	Resistência à compressão (MPa)	Resistência à flexão (MPa)	Densidade (g/cm ₃)	Absorção de água em massa (%)	UPV (m/sn)
Ref ^a	24,9	3,94	1,88	12,4	2718
Lw-10	16,6	3,75	1,70	13,9	2627
Lw-20	11,0	3,50	1,66	15,1	2383
Lw-30	7,2	3,08	1,51	19,2	2083

Os resultados obtidos em termos de resistência à compressão, mostram que a utilização de uma percentagem de 30% de resíduos de madeira, é responsável por uma redução bastante significativa da resistência, mas que permite ainda assim respeitar requisitos mínimos regulamentares para materiais com aplicações estruturais, conforme definidos na BS 6073-1: 1981 (Precast concrete masonry units).

É também evidente que o aumento da percentagem de resíduos de madeira conduz ao aumento da absorção de água dos tijolos, embora esse aumento esteja longe de ser proporcional. Estes autores constataram também que o aumento dos resíduos de madeira conduz a uma redução da densidade dos tijolos.

Os mesmos autores [30] analisaram também a possibilidade de reaproveitamento de resíduos de pó de calcário e uma quantidade variável de resíduos de algodão, com cimento Portland ($A/C=0,5$), no fabrico de blocos (sob pressão) para alvenarias, obtendo um material leve, económico, resistente e que pode facilmente ser cortado com uma serra manual.

Turgut [31] estudou o desempenho de blocos para alvenaria à base de resíduos de pó de calcário e com uma quantidade variável de resíduos de vidro em pó (10,20 e 30%), utilizando cimento Portland ($A/C=0,3$) e uma determinada pressão de compactação. Os resultados mostram que à medida que se aumenta o volume de vidro em pó, a resistência à compressão sobe ligeiramente de 27,5 para 30,1 MPa, já a resistência à flexão sobe de 4,15 para 7,76MPa. Sendo que o módulo de elasticidade sobe de 12 para 19GPa. Curiosamente a absorção de água mantém-se praticamente inalterada, aprox.12%. Os resultados mostram ainda que o aumento da adição de resíduos de vidro leva a um aumento considerável da resistência ao ensaio gelo-degelo.

Chindaprasirt & Pimraksa [32] estudaram o fabrico de bloco à base de cal e cinzas volantes (10%+90%) com recurso a um processo de auto-clave (130 °C e 0,14MPa) durante 4 horas. Estes autores utilizaram cinzas volantes granuladas, obtidas pela indução da formação de um filme de água em torno das mesmas, tendo observado que o processo de granulação, contribui para um aumento substancial da reactividade pozolânica, já que contribui para o aumento do contacto interpartículas. Os mesmos referem resistências à compressão entre 47-62MPa e valores de absorção de água entre 16-19%

Os mesmos autores [33] mostraram que utilizando as mesmas condições de auto-clave, em tijolos com uma composição à base de diatomite, cal e gesso (80+15+5 %), é possível obter blocos com elevada resistência mecânica (14,5MPa) e baixa massa volúmica (880 kg/m³). Já os blocos contendo diatomite, que foi previamente cozida a 500 °C, apresentam um aumento de resistência (17,5MPa) e uma diminuição da sua massa volúmica (730 kg/m³) e baixa condutibilidade térmica.

Yilmaz & Degimerci [34] analisaram o desempenho de argamassas à base de cimento e cinzas volantes, com 3 faixas de dimensões de resíduos de borracha de pneus reciclados. Os mesmos referem que a utilização destes resíduos provoca uma ligeira redução da resistência à compressão comparativamente à argamassa de referência (7,11MPa aos 20 dias), sendo que a mesma não está dependente do volume de resíduos (20 ou 30%), isto se a dimensão destes estiver entre 0,5 e 1mm. Referem ainda que as resistências obtidas respeitam os limites definidos na EN 771-1:2003, para blocos cerâmicos destinados a alvenarias.

Unidades com novos formatos

dias et al. [35,36] estudaram a concepção de novas geometrias e formatos de tijolos de furacão horizontal, capazes de permitirem a execução de panos de alvenaria simples com desempenho equivalente ao das paredes duplas.

Contudo e atendendo a que passadas que estão quase duas décadas, se continua a assistir a um predomínio da execução de alvenarias exteriores em pano duplo com tijolos de formatos tradicionais, isso significa que vantagens dos novos formatos não foram suficientes para vencer algum do conservadorismo dos agentes que actuam no mercado da construção, ficando por saber se tal se deve parte da produção ou ao consumidor final.

Sousa [37] estudou a optimização térmica e mecânica de blocos de betão de argila expandida com $50 \times 20 \times 25 \text{ cm}^3$, por alteração da sua geometria. Na Figura 2 é apresentado um bloco com geometria melhorada.

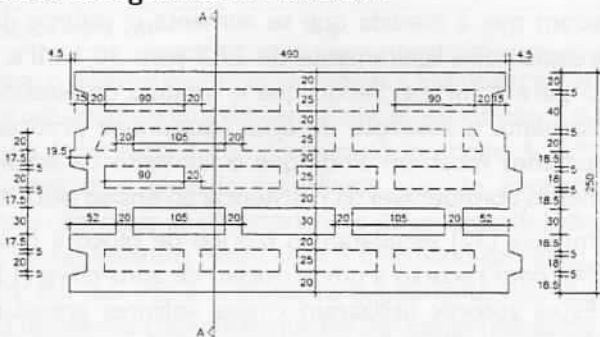


Figura 2 – Bloco de betão de argila expandida com geometria melhorada [37]

Este autor analisou o desempenho de alvenarias executadas com o referido bloco tendo obtido um coeficiente de transmissão térmica de aprox. $1 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$, o que correspondia a uma redução de aprox. 30% relativamente aos blocos de betão leve disponíveis comercialmente à data.

E se em termos mecânicos os blocos de argila expandida de geometria melhorada apresentam um acréscimo da resistência à compressão face aos blocos correntes de aprox. 15%, já as alvenarias não apresentam diferenças dignas de registo [37].

Mais recentemente alguns autores [38,39] mencionam uma ligeira alteração aos formatos dos tijolos cerâmicos tradicionais ($30 \times 20 \times 9$; $30 \times 20 \times 11$; $30 \times 20 \times 15$; $30 \times 20 \times 20 \text{ cm}^3$), permitindo o encaixe vertical dos mesmos e dessa forma evitando a utilização de argamassa nas juntas verticais da alvenaria.

Mascarenhas et al. [40] sintetizam as vantagens deste novo formato:

- Maior rapidez de execução de alvenaria;
- Redução do consumo de água, areia e cimento
- Redução de desperdícios de argamassa
- Redução da abertura de roços horizontais
- Maior facilidade de transferência de humidades do interior para o exterior das habitações

Dias et al. [41] apresentam resultados relativos ao projecto cBloco no qual se pretendeu desenvolver um novo bloco cerâmico, conciliando as potencialidades mecânicas dos tijolos de furacão vertical em alvenaria confinada, com a optimização do desempenho térmico por via da utilização de novas geometrias, quer também pela incorporação de resíduos provenientes da indústria da madeira e papel, como indutores de porosidade (Figura 3).

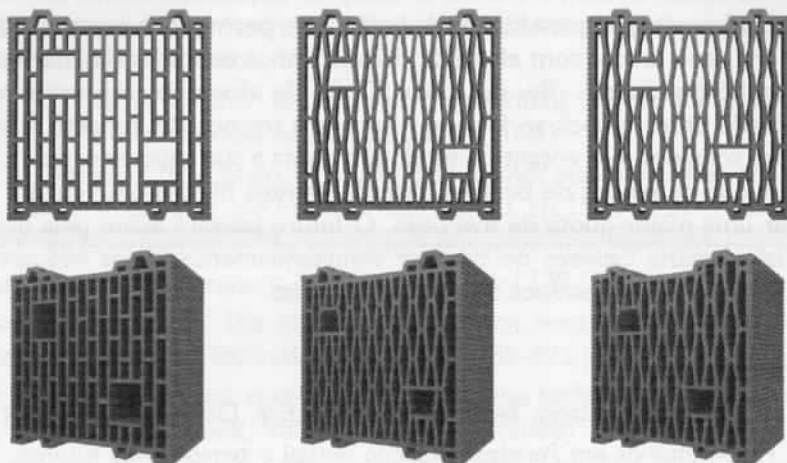


Figura 3 – Tijolo cBloco 30×30×19:
a) Rectângulos; b) Losangos; c) Bago de arroz [41]

Os novos tijolos apresentam elevada resistência mecânica, e elevado desempenho térmico (capaz de responder às exigências da zonas climáticas I1 e I2 definidas no actual RCCTE) e isolamento acústico (Tabela 5).

Tabela 5 – Algumas características do tijolo cBloco [41]

Características do material cerâmico	Valor
Dimensões (mm)	300×300×200
Resistência mecânica (MPa)	13
Furação (%)	55
Massa (kg)	14
Massa volúmica real (kg/m ³)	1850
Massa volúmica aparente (kg/m ³)	750
Cerâmica λ (W/mK)	0,50
U elemento (W/m ² K)	0,60
Resistência acústica R_w (dB)	44

Os autores referidos mencionam ainda o desenvolvimento de acessórios em argila com a mesma composição da unidade cBloco, que permitem evitar cortes, desperdícios e pontes térmicas.

Conclusões

A produção e utilização de unidades para alvenarias (tijolos cerâmicos ou blocos) como tradicionalmente a conhecemos, de elementos simples sem um desempenho de relevo nas vertentes térmicas ou acústicas, representa um resquício de um passado caracterizado por baixa tecnologia e que muito dificilmente se poderá enquadrar num contexto de materiais mais sustentáveis. As melhores soluções disponíveis comercialmente, quer para tijolos cerâmicos quer para blocos de betão leve, permitem a execução de paredes exteriores em pano único, com elevados desempenhos térmicos (U inferior a $0,6 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$) e também acústicos (R_w de aprox. 50 db) de alvenaria resistente, pelo que a competitividade entre ambos se fará no futuro em termos do impacto ambiental de cada uma das soluções. No entanto e tendo em conta a sua baixa energia incorporada, é expectável que os blocos de betão à base de ligantes hidráulicos venham no futuro a conquistar uma maior quota de mercado. O futuro passará assim pela utilização de unidades de alvenaria capazes de cumprir simultaneamente vários requisitos, e que possam ainda incorporar resíduos de outras indústrias.

Bibliografia

1. Lynch, G., *Brickwork: History, Technology and Practice*. Donhead, Londres (1994)
2. Sousa, H., *Alvenarias em Portugal situação actual e perspectivas futuras*. Seminário Paredes de Alvenaria, Ed. P.B. Lourenço & H.Sousa, Porto, pp.17-40 (2002)
3. Dias, A., *Construção em tijolo cerâmico: das exigências normativas do produto à prática de aplicação*. Seminário Paredes de Alvenaria, Ed. P.B. Lourenço & H.Sousa, Porto, pp.41-64 (2002)
4. Lourenço, P.B., *Possibilidades Actuais na Utilização da Alvenaria Estrutural*. Seminário Paredes de Alvenaria – Inovação e Possibilidades Actuais. Universidade do Minho, Guimarães, Portugal, pp.129-144 (2007)
5. Gouveia, J.; Lourenço, P.B.; Vasconcelos, G., *Soluções construtivas em alvenaria*. Congresso da Construção 2007, Universidade de Coimbra (2007)
6. Lingling, X.; Wei, G.; Tao, W.; Nanru, Y., *Study on fired bricks with replacing clay by fly ash in high volume ratio*. Construction and Building Materials Vol. 19, pp.243-247 (2005)
7. Cultrone, G.; Sebastián, E., *Fly ash addition in clayey materials to improve the quality of solid bricks*. Construction and Building Materials, Vol.23, pp.1178-1184 (2009)
8. Saboya, F.; Xavier, G.; Alexandre, J., *The Use of the powder marble by-product to enhance the properties of brick ceramic*. Construction and Building Materials Vol. 21, pp.1950-1960 (2007)
9. El-Mahllawy, M., *Characteristics of acid resisting bricks made from quarry residues and waste steel slag*. Construction and Building Materials, Vol.22, pp.1887-1896 (2008)
10. Ajam, L.; Ouezdou, M.; Felfoul, H.; Mensi, R., *Characterization of Tunisian phosphogypsum and its valorization in clay bricks*. Construction and Building Materials Vol. 23, pp. 3240-3247 (2009)

11. Mekki, H.; Anderson, M.; Benzina, M.; Ammar, E., *Valorization of olive mill wastewater by its incorporation in building bricks*. Journal of Hazardous Materials Vol. 158, pp.308-315 (2008)
12. Casa, J. De La; Lorite, M.; Jiménez, J.; Castro, E., *Valorisation of waste water from two-phase olive oil extraction in fired clay brick production*. Journal of Hazardous Materials Vol. 169, pp.271-278 (2009)
13. Cruz, J., *Estudo de Blocos Cerâmicos Aditivados para Melhoria do Desempenho Térmico*. Tese de Mestrado, Protocolo LNEC-IST (2000)
14. Kohler, R., *Use of Leather Residues as pore-forming agents for masonry bricks*. Ziegelindustrie International Vol. 58, pp.30-38 (2002)
15. Demir, I.; Baspinar, M.; Orhan, M., *Utilization of kraft pulp production residues in clay brick production*. Building and Environment Vol.40, pp.1533-1537 (2005)
16. Demir, I., *An investigation on the production of construction brick with processed waste tea*. Building and Environment, Vol. 41, pp. 1274-1278 (2006)
17. Ducman, V.; Kopar, T., *The influence of different waste additions to clay-product mixtures*. Materials and Technology Vol.41, pp.289-293 (2007)
18. Demir, I., *Effect of organic residues addition on the technological properties of clay bricks*. Waste Management, Vol.28, pp.622-627 (2008)
19. Sutcu, M.; Akkurt, *The Use of Recycled Paper Processing Residues in Making Porous Brick with Reduced Thermal Conductivity*. Ceramics International Vol. 35, pp.2625-2631 (2009)
20. Chiang, K.; Chou, P.; Hua, C.; Chien, K.; Cheeseman, C., *Lightweight Bricks Manufactured from Water Treatment Sludge and Rice Husks*. Journal of Hazardous Materials Vol. 171, pp.76-82 (2009)
21. Lin, K., *The effect of heating temperature of thin film transistor-liquid crystal display (TFT-LCD) optical waste glass as a partial substitute partial for clay in eco-brick*. Journal of Cleaner Production, Vol.15, pp.1755-1759 (2007)
- [22] Dondi, M.; Guarini, G.; Raimondo, M.; Zanelli, C., *Recycling PC and TV Waste Glass in Clay Bricks and Roof Tiles*. Waste Management Vol. 29, pp.1945-1951 (2009)
23. Hermans, J.; Peelen, J.; Bei, J., *Recycling of the TV glass: profit or doom?* American Ceramic Society Bulletin, Vol.80, pp.51-56 (2001)
24. Loryuenyong, V.; Panyachai, T.; Kaewsimork, K.; Siritai, C., *Effects of recycled glass substitution on the physical and mechanical properties of clay bricks*. Waste Management, Vol. 29, pp. 2717-2721 (2009)
25. BGS, *Brick Clay - Mineral Planning Factsheet*. British Geological Survey, Office of the Deputy Prime Minister, UK, 12 pp. (2005)
26. Arundass, S., *Lime-stabilized Red Mud Bricks*. Materials and Structures Vol. 23, pp.252-255 (1990)
27. Kumar, S., *Fly-Ash-Lime Phosphogypsum Cementitious Binder: A new Trend in Bricks*. Materials and Structures Vol. 33, pp.59-64 (2000)

28. Kumar, S., *A Perspective Study on Fly Ash-Lime-Gypsum Bricks and Hollow Blocks for Low Cost Housing Development*. Construction and Building Materials Vol. 16, pp.519-525 (2002)
29. Algin, H.;Turgut, P., Cotton and limestone powder wastes as brick material. Construction and Building Materials, Vol.22, pp.1074-1080 (2008)
30. Turgut, P; Algin, H., *Limestone dust and wood sawdust as brick material*. Construction and Building Materials, Vol.42, pp.3399-3403 (2007)
31. Turgut, P., *Limestone Dust and Glass Powder Wastes as New Brick Material*. Materials and Structures Vol. 41, pp.805-813 (2008)
32. Chindaprasirt, P; Pimraksa, K., *A Study of Fly Ash-Lime Granule Unfired Brick*. Powder Technology Vol. 182, pp.33-41 (2008)
33. Pimraksa, K.; Chindaprasirt, P., *Lightweight Bricks Made of Diatomaceous Earth, Lime and Gypsum*. Ceramics International Vol. 35, pp.471-478 (2009)
34. Yilmaz, A.; Degirmenci, N., *Possibility of using waste tire rubber and fly ash with Portland cement as construction materials*. Waste Management, Vol.29, pp.1541-1546 (2009)
35. Dias, A., *Da Caracterização do Comportamento Mecânico e Térmico do Tijolo ao Redesenho da sua Geometria*. Tese de Mestrado, FCTUC, Coimbra (1993)
36. Dias, A.; Sousa,H.; Lucas,J., *Estudo do Redesenho do Tijolo*. Associação Portuguesa de Industriais de Cerâmica de Construção-APICC (1993)
37. Sousa, H., *Melhoria do Comportamento Térmico e Mecânico das Alvenarias por Actuação na Geometria dos Elementos. Aplicação a Blocos de Betão de Argila Expandida*. Tese de Doutoramento, Porto, FEUP (1996)
38. Neves, R., *Estudo do Comportamento e Optimização de Novos Tijolos: Avaliação Comparada*. Relatório N° 3.2.1.3201-1ª/04 para a CONSTRUCER (2005)
39. Magalhães, S., *Tecnotijolo – Inovação nas Alvenarias*. Monografia de Licenciatura. Universidade Fernando Pessoa (2009)
40. Mascarenhas, J.; Reis, M.; Branco, F., *O TECNOTIJOLO – Uma Solução Mais Económica e Ecológica para a Execução de Alvenarias*. Congresso de Inovação na Construção Sustentável CINCOS'08. ISBN 978-989-95978-0-8, Centro Habitat, Cúria, Portugal, pp.103-108 (2008)
41. Dias, A.; Sousa, H.; Lourenço, P; Ferraz, E.; Sousa, L.; Sousa, R.; Vasconcelos, G.; Medeiros, P., *Desenvolvimento de Um Bloco Cerâmico para a Construção Sustentável*. Congresso de Inovação na Construção Sustentável CINCOS'08. ISBN 978-989-95978-0-8, Centro Habitat, Cúria, Portugal, pp.165-172 (2008)