

Artigo

Responsabilidade dos projetistas e cidadãos na seleção dos materiais de construção

Rute Maria Gonçalves Eires, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho

Se olharmos atentamente para a atual necessidade de mudança a nível de impacte ambiental e de saúde, facilmente se conclui que deveríamos ser mais conscientes no momento de seleção dos materiais de construção. Para tal, faz-se necessário um olhar multidisciplinar sobre o edificado e a sua envolvente, tendo em consideração as necessidades humanas e ambientais. Assim, entende-se que para uma construção consciente, deveríamos escolher materiais e técnicas construtivas que possibilitem que os edifícios e os espaços públicos possam ser:

- **SUSTENTÁVEIS** para corrigir o modelo de desenvolvimento atual e não comprometer a qualidade de vida das gerações futuras;
- **EFICIENTES** na gestão dos recursos materiais e energéticos;
- **SAUDÁVEIS**, dado que passamos entre 87% a 95% do tempo em espaços interiores (Jenklins et al. 1992, Klepeis et al. 2001 e Zhao et al. 2009).

Muitos estudos e exigências regulamentares têm sido realizadas no âmbito destas três valências, no entanto parecem ser insuficientes para mudar o consumo energético dos edifícios. Talvez por falta de interesse da sociedade em geral e conseqüentemente falta de empenho por parte dos projetistas.

Os arquitetos e engenheiros civis têm um papel extremamente importante na seleção dos materiais de construção, uma vez que são estes que prescrevem a utilização de determinados materiais. O cidadão comum, enquanto dono de obra, também tem a responsabilidade na escolha dos materiais para construir ou reabilitar os seus edifícios. No entanto, a maioria das pessoas vê o arquiteto, o engenheiro ou mesmo o construtor como uma “autoridade”, achando que deverá ser unicamente este decidir quais serão os materiais de construção do seu edifício, principalmente a parte estrutural, ao contrário dos acabamentos, a única preocupação dos donos de obra na generalidade. Aliás, este tipo de comportamento verifica-se também noutras áreas, como por exemplo em consultas médicas, em que tanto o paciente como o médico entendem que a responsabilidade de tomar determinado medicamento é exclusiva do médico e nem se ousa questionar o porquê de qualquer prescrição. Por outro lado, os próprios profissionais se julgam detentores de todo o conhecimento e verdade absoluta. Verdade esta muitas vezes restritiva e acomodada à preocupação com os custos e com a moda, ou o gosto, na atualidade, esquecendo sabedorias milenares e desvalorizando estudos recentes. Alguns autores chegam mesmo a dizer que existe uma espécie de “arrogância científica”, como por exemplo Brouillard, médico no Canadá (Brouillard, 2016).

“(...) temos de permanecer completamente abertos e receptivos às descobertas e aos conhecimentos que não param de aumentar, ao mesmo tempo que integramos a sabedoria recebida do passado. Não ter em conta valores ancestrais, sob o pretexto de seguir a moda, é um erro perigoso. (...) Há milénios que o Homem compreendeu intuitivamente verdades imutáveis do domínio científico (...) Aliás, a intuição sempre teve precedência à evidência científica. Einstein é um bom exemplo disto.” (Brouillard, 2016)

Esta atitude no mundo da arquitetura e construção leva muitas vezes a que as questões energéticas sejam secundarizadas, particularmente no que respeita aos materiais de construção. Verifica-se que as preocupações ambientais têm sido desvalorizadas e os saberes ancestrais mais desvalorizados ainda. No entanto, analisando as antigas técnicas de construção é possível perceber que inúmeros edifícios antigos são tão ou mais duráveis que os edifícios de hoje, encontrando-se construções que se conservaram, durante vários séculos, resistindo às intempéries. Entre estas, encontram-se a construção à base de terra, pedra ou mesmo madeira. Todavia, este conhecimento parece ter ficado esquecido, não só pelo aparecimento de novos materiais de construção, como, provavelmente, pelos preconceitos existentes em relação a este tipo de construções. A construção em terra tem sido muitas vezes associada a uma construção pobre, a madeira a uma construção frágil e a pedra a uma construção difícil de trabalhar e cara.

Apesar das evidências, relativamente à construção em terra este preconceito já se observava em Portugal desde a década de 1950, atendendo ao descrito em circular técnica do LNEC:

“(...) Apesar destas razões de tradição a taipa e o adobo são normalmente considerados como materiais pobres e sem interesse, que não vale a pena estudar e cuja técnica se considera suficientemente evoluída.

(...) Para o caso Português as construções em terra parecem merecer consideração. Recomendam-nas “à priori” o seu baixo preço, a independência de transportes e matérias primas estrangeiras e a simplicidade e não especialização da mão de obra que exige.

Mas há, antes, que destruir o preconceito, de certo modo psicológico, que contra a terra como material de construção, geralmente existe, estudando e por ventura melhorando os seus processos de emprego tradicionais, para depois, enobrecido assim o material, o recomendar.” (Gomes e Folque, 1953)

Todavia, em oposição, também é crescente o número de profissionais que consideram a utilização da terra uma escolha mais sustentável e saudável para o habitat do ser humano (mesmo que ainda que seja uma minoria). A terra proporciona um ambiente mais salubre e com maior respeito pela natureza. Além disso, esta está entre os materiais de construção estudados cientificamente na atualidade com inúmeras investigações que comprovam a durabilidade do material e que propõem novos processos de estabilização ou de fabrico de materiais à base de terra. Esta tem sido ainda considerada um material bastante promissor na arquitetura pela sua versatilidade, uma vez que existem inúmeras técnicas construtivas e possíveis cores e texturas (Eires, 2012).

Igualmente, outros materiais com pouco consumo energético têm vindo a ser utilizados na construção com sucesso, mas continuam a ter pouca relevância no nosso país, como por exemplo a madeira, o cânhamo industrial, a palha e produtos à base de resíduos como o papel.

CONTRIBUTO DOS MATERIAIS TRADICIONAIS PARA A REDUÇÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO

Além do menor impacto ambiental e redução de consumo energético durante o seu fabrico, os materiais tradicionais apresentam bons resultados relativamente à poupança energética na fase de utilização dos edifícios.

Construção em terra

Um estudo realizado pela Universidade do Minho sobre estratégias passivas usadas em edifícios em taipa (terra compactada), no sul de Portugal, e a sua influência no comportamento térmico, demonstrou um bom comportamento térmico, dispensando a necessidade de arrefecimento no verão e reduzindo a necessidade de aquecimento em períodos mais frios (Fernandes et al., 2019). No mesmo sentido, é descrito pelo professor Rogers do Departamento de Arquitetura da Universidade de Melbourne, Austrália, que existe um sentimento de “bem-estar” que tem sido descrito ao longo de décadas por ocupantes de edifícios construídos em terra (Rogers, apud Stephen Dobson, 2000). Existem várias razões para esta sensação de conforto neste tipo de edifícios, estando entre as razões observadas o excelente comportamento higrotérmico, eficiência acústica (se existirem espessuras de parede adequadas), a ausência de libertação de compostos orgânicos voláteis (COV) e a proteção face a redes eletromagnéticas (Eires, 2012).

O comportamento higrotérmico é a regulação da temperatura e da humidade no interior dos edifícios, sendo de suma importância, pois a perceção do conforto térmico depende da temperatura e da humidade em conjunto. A OMS (Organização Mundial de Saúde) refere limites de conforto térmicos entre os 18 e os 24 °C e limites de humidade relativa do ar de 30 a 65% (WHO, 2008) e as normas internacionais (ISO ou ASHRAE) apresentam valores próximos (ver Figura 1). Fora destes limites o ser humano está sujeito a vários sintomas físicos. Esta característica resulta sobretudo da higroscopicidade da terra, a sua permeabilidade ao vapor de água que permite que as paredes absorvam e libertem esta humidade, possibilitando o equilíbrio da humidade do ar, evitando condensações e o crescimento de fungos.

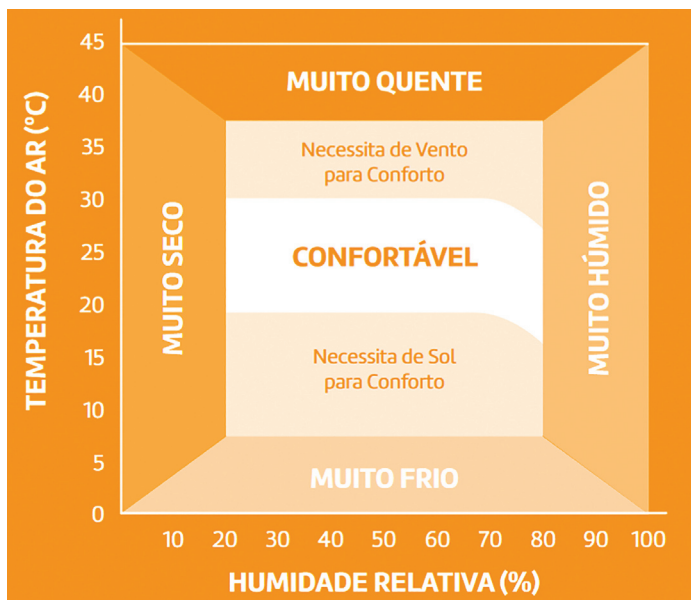


Figura 1 - Conforto térmico segundo as normas internacionais (ISO ou ASHRAE), fonte: ECO.AP, s/d.

Construção em Pedra

As espessas paredes de pedra também podem contribuir para o bom comportamento térmico, sobretudo durante o verão, como mostra o estudo de Evola et al. (2017). Estes autores estudaram, através de simulação dinâmica com DesignBuilder, edifícios históricos em basalto tradicionais e típicos do Sul de Itália. Verificaram que durante o verão a elevada inércia térmica permite atenuar a flutuação da temperatura superficial interna e manter a temperatura do ar interior significativamente mais baixa do que o acontece em edifícios construídos com os materiais convencionais atuais, como o tijolo duplo. Isto impede um sobreaquecimento e evita o consumo energético, uma vez que não há necessidade de arrefecimento para manter o conforto dos ocupantes. Porém, as simulações mostraram que algumas soluções modernas de reabilitação, baseadas no isolamento das paredes pelo lado interior, podem invalidar a capacidade térmica das pedras de basalto. Note-se que em muitos edifícios históricos não se pode intervir nas fachadas e aplicar-se isolamento pelo exterior.

“Certamente, a espessura do isolamento esconde a massa térmica, e impede-o de armazenar o calor disponível dentro do quarto. Consequentemente, neste caso, o quarto pode ser superaquecido, mesmo mais do que o que é observado com uma parede exterior convencional.” (Evola et al, 2017)

Construção em Madeira

A madeira também poderá contribuir para uma construção sustentável e para a redução do consumo energético mediante as suas propriedades de isolamento térmico, mais isolante que os outros materiais estruturais existentes, e de regulação da humidade relativa. Em Portugal podemos encontrar edifícios antigos construídos totalmente em madeira, na zona litoral centro, ou com técnicas mistas, como o tabique no norte do país, por exemplo.

O Museu Etnográfico e Posto de Turismo de Praia de Mira foi monitorizado no âmbito de um estudo realizado pela Universidade do Minho sobre construção tradicional em madeira, mais concretamente sobre os Palheiros da Praia de Mira. Neste trabalho, foi monitorizado o desempenho térmico e avaliadas as condições de conforto térmico ao longo das várias estações do ano. Os resultados obtidos mostraram que durante grande parte do tempo de monitorização as condições de conforto térmico mantiveram-se próximas ou em limites aceitáveis, com exceção do período de inverno. Os autores apontam a fraca inércia térmica do edifício como causa dos limites não aceitáveis no inverno (Leite et al., 2017).

“Através da análise dos resultados, verifica-se que a mais-valia deste tipo de construção é a capacidade que o edifício apresenta como regulador da humidade relativa. Esta vantagem está relacionada com as propriedades da madeira que, como material higroscópico, absorve ou liberta água de forma a encontrar um ponto de equilíbrio com o meio ambiente. Mesmo no período do inverno, e considerando que o local de implantação do edifício é um local com valores de humidade relativa elevados, o interior do edifício mantém uma percentagem de humidade relativa menor e mais constante que no exterior. Assim, em relação à humidade, as propriedades da madeira revelam-se como fator essencial para o conforto dos utilizadores.” (Leite et al., 2017)

Artigo

Relativamente à falta de inércia térmica dos edifícios em madeira, esta pode ser compensada com incorporação de outros materiais no sistema construtivo, como por exemplo, adição de revestimentos interiores em pedra, em cerâmica ou mesmo materiais à base de terra (placas ou argamassas), como se observa na Figura 2. Deste modo, será possível tirar partido da capacidade de regulação da temperatura e humidade relativa destes materiais, sobretudo durante o inverno (ver Figura 3).



Figura 2 - Blocos de terracota exposta como complemento de massa térmica na construção em madeira, fonte: Greenspec, s/d.

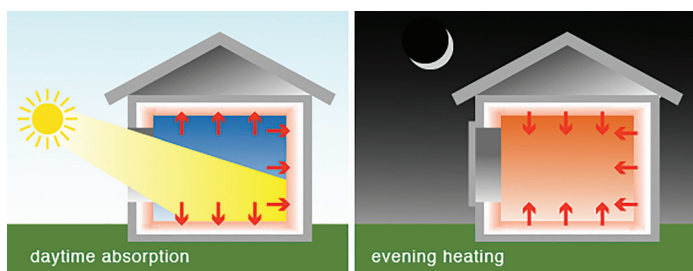


Figura 3 - Efeito da inércia térmica dos materiais durante o tempo frio (dia e noite, à esquerda e direita respetivamente), fonte: Greenspec, s/d.

Janelas

Também o material das janelas é importante para o conforto térmico dos edifícios e consequentemente para a regulação do consumo energético, já que uma grande parte do calor se perde para o exterior através dos envidraçados e dos caixilhos, é referido que uma casa típica perde 10% de seu calor através das janelas (Greenspec, s/d).

A madeira tradicionalmente utilizada nos edifícios antigos mostra-se ser um material bastante eficaz nesta questão, uma vez que é um material com boa capacidade de isolamento térmico. No entanto, para uma maior durabilidade é preciso seleccionar madeiras resistentes para aplicação no exterior, tratadas ou mesmo revestidas por um material mais resistente, como se verifica nos caixilhos compostos, de madeira/alumínio por exemplo. Outra vantagem é que entre os materiais existentes a madeira é a mais sustentável uma vez que tem menor impacto ambiental, isto se a madeira for proveniente uma floresta com gestão florestal responsável, com certificado Forest Stewardship Council (FSC) (FSC Portugal, s/d).

A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

A análise ou avaliação do ciclo de vida ACV (Life Cycle Assessment, LCA) consiste na avaliação e quantificação de impactos ambientais associados a um produto ou processo ao longo do seu ciclo de vida (GDRC, s/d). Esta avaliação é feita considerando todas as fases, desde a aquisição da matéria-prima ou sua geração a partir de recursos naturais até sua disposição final, considerando todas as etapas intermediárias, como a manufatura, transporte e uso.

A fim de suportar as decisões dos projetistas na seleção dos materiais de construção, fazem-se igualmente necessários mais estudos neste âmbito da análise do ciclo de vida dos Materiais, Edifícios e Espaço urbano. Todavia, esta análise, talvez pela sua complexidade, tem-se centrado mais nos edifícios do que nos materiais ou espaço urbano, poucos estudos fazem uma análise mais abrangente por todo o edificado para se perceber por exemplo a sustentabilidade de uma determinada cidade ou região (Song et al., 2018). A título de exemplo, em Macau realizaram um estudo para quantificar o consumo de materiais de construção e energia da região nos últimos 16 anos pela perspectiva da análise do ciclo de vida. Os resultados mostram que houve um crescimento rápido no consumo dos materiais e da energia durante toda a vida dos edifícios (cerca de 9% por ano). A maior parte da energia foi consumida durante a vida operacional dos edifícios no entanto, constituindo 92,2% do total de energia consumo. Este tipo de estudo poderá ser bastante útil para que os decisores políticos, *designers* e usuários de construção possam fazer julgamentos mais sensíveis na promoção da construção de edifícios sustentáveis (Song et al., 2018).

Também seria mais proveitoso que os resultados destas análises fossem mais divulgados aos projetistas e à sociedade em geral, ainda que com uma linguagem mais simples de entender pelo cidadão sem formação na área da construção.

Robati et al. referem que há ainda necessidade de mais estudos nesta área, uma vez que existe incerteza na estimativa das emissões de CO₂ e outros resultados de impacto ambiental, devido a: i) inconsistências em valores de emissões de carbono nos inventários; II) erros nas estimativas de quantidades materiais; III) pressupostos sobre o tempo de vida dos edifícios; e IV) erros em estimativas de distâncias de transporte (Robati et al., 2019).

Energia incorporada e emissões de carbono

Energia incorporada dos materiais e as respetivas emissões de carbono são dois dos parâmetros da avaliação do ciclo de vida. A tabela 1 apresenta de uma forma resumida dados de uma pesquisa publicada pela equipa de pesquisa de energia sustentável (SERT) da Universidade de Bath. A pesquisa, "inventário de carbono & energia (ICE)" V 2.0, foi realizada pelo Prof. Geoff Hammond & Craig Jones, 2011 (*Hammond & Jones, 2011 apud GreenSpec*).

RECICLAGEM, REUTILIZAÇÃO E INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS EM NOVOS MATERIAIS

O conceito de reciclagem pode ser continuamente observado na natureza. Esta reciclagem consiste em transformações químicas através da decomposição de materiais orgânicos em nutrientes para outros animais ou plantas, bem como transformações físicas, como o ciclo da água. Desta forma, o desperdício não existe porque é considerado como alimento (Vefago, 2013).

Na construção também faz todo o sentido reciclar os materiais de construção sempre que possível. Os projetistas são responsáveis pela escolha de materiais reciclados e pelo envio de resíduos de construção ou demolição para reciclagem.

Gao et al. (2001) investigaram o potencial de economia de material e energia em três projetos típicos de construção no Japão. Os resultados mostraram que ao construir com materiais reciclados reduz em aproximadamente 10 a 25% o consumo de energia em comparação com um caso em que os materiais reciclados não são utilizados (Vefago, 2013).

Tabela 1 - Dados de Inventário de carbono & energia - Adaptado de *GreenSpec*

MATERIAL	ENERGY	ENERGY	DENSITY
	MJ/KG	KG CO ₂ /KG	KG /M ³
Aggregate	0.083	0.0048	2240
Concrete (1:1.5:3 eg in-situ floor slabs, structure)	1.11	0.159	2400
Concrete (eg in-situ floor slabs) with 25% PFA RC40	0.97	0.132	
Concrete (eg in-situ floor slabs) with 50% GGBS RC40	0.88	0.101	
Bricks (common)	3.0	0.24	1700
Concrete block (Medium density 10 N/mm ²)	0.67	0.073	1450
Aerated block	3.50	0.30	750
Rammed earth (no cement content)	0.45	0.023	1460
Limestone block	0.85		2180
Marble	2.00	0.116	2500
Cement mortar (1:3)	1.33	0.208	
Steel (general - average recycled content)	20.10	1.37	7800
Steel (section - average recycled content)	21.50	1.42	7800
Steel (pipe - average recycled content)	19.80	1.37	7800
Stainless steel	56.70	6.15	7850
Timber (general - excludes sequestration)	10.00	0.72	480 - 720
Glue laminated timber	12.00	0.87	
Sawn hardwood	10.40	0.86	700 - 800
Cellulose insulation (loose fill)	0.94 - 3.3		43
Cork insulation	26.00*		160
Glass fibre insulation (glass wool)	28.00	1.35	12
Flax insulation	39.50	1.70	30*
Rockwool (slab)	16.80	1.05	24
Expanded Polystyrene insulation	88.60	2.55	15 - 30*
Polyurethane insulation (rigid foam)	101.50	3.48	30
Wool (recycled) insulation	20.90		25*
Straw bale	0.91		100 - 110*
Mineral fibre roofing tile	37	2.70	1850*
Slate (UK - imported)	0.1 - 1.0	0.006 - 0.058	1600
Clay tile	6.50	0.45	1900
Aluminium (general & incl 33% recycled)	155	8.24	2700
MDF	11.00	0.72	680 - 760*
OSB	15.00	0.96	640*
Plywood	15.00	1.07	540 - 700
Plasterboard	6.75	0.38	800
Gypsum plaster	1.80	0.12	1120
Glass	15.00	0.85	2500
PVC (general)	77.20	28.1	1380
PVC pipe	67.50	24.40	1400*
Linoleum	25.00	1.21	1200
Vinyl flooring	65.64	2.92	1200
Ceramic tiles	12.00	0.74	2000
Iron (general)	25	1.91	7870
Copper (average incl. 37% recycled)	42	2.60	8600
Lead (incl 61% recycled)	25.21	1.57	11340

Thormark (2006 e 2007) investigaram o potencial de reciclagem em habitações de baixa energia na Suécia. O resultado indica que o potencial de reciclagem foi de aproximadamente 35%. O autor avaliou o potencial de reciclagem como uma percentagem da energia total necessária para a produção, transporte, operação e manutenção de materiais para uma vida útil de 50 anos (Vefago, 2013).

A reutilização é um processo que requer menos energia para tornar os componentes do material adequados para suas novas funções, com desempenho igual em relação aos outros processos. Uma pequena quantidade de energia é usada para que esses compo-

nentes cumpram os padrões de construção atuais, e também gera desperdício mínimo (Vefago, 2013).

Vefago & Avellaneda estudaram a capacidade de reciclagem dos principais materiais de construção estruturais materiais de construção, considerando a fase de construção e demolição. Na sua análise verificaram que o betão é o material menos reciclável e a madeira o material com maior potencial para a reciclagem. Este potencial relaciona-se com a possibilidade de desmontagem de um edifício e de componentes que permitem a separação de suas peças sem perder a qualidade (Vefago & Avellaneda, 2013).

Artigo

Na Figura 4 sintetiza-se os possíveis ciclos dos materiais e produtos de construção. Em termos de sustentabilidade, verifica-se que quanto menor o ciclo de vida do produto, menor consumo de energia e impacto ambiental terá. Será então preferível produtos com possibilidade de recuperação, reutilização sob a forma de produtos idênticos, reciclagem para produção de novos materiais (Eires, 2006).

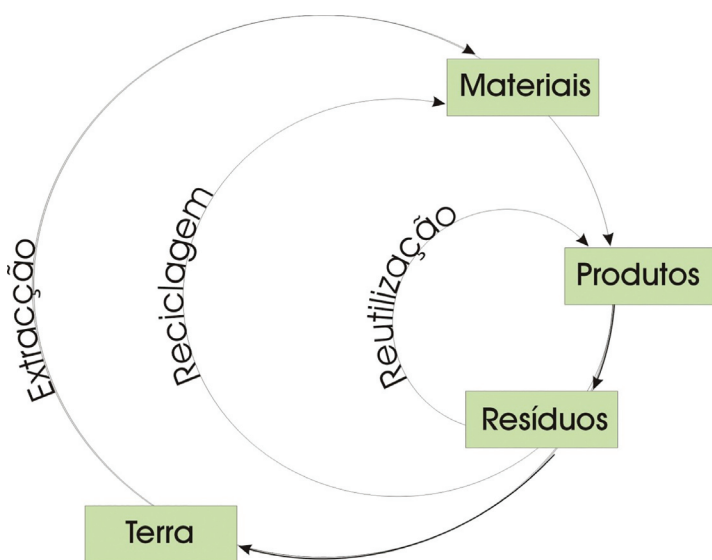


Figura 4 - Possíveis ciclos dos materiais/produtos de construção, fonte: Eires, 2006

Relativamente à incorporação de resíduos em materiais de construção, esta é uma solução que poderá dar utilidade a inúmeros resíduos, incluindo os resíduos de construção. Existem cada vez mais estudos para avaliar a viabilidade de incorporação de diversos resíduos, mas é fundamental avaliar também o impacto ambiental dos mesmos, como por exemplo, medir emissões de radiatividade e compostos orgânicos voláteis.

OUTROS ASPETOS IMPORTANTES QUE DEVERIAM SER TIDOS EM CONSIDERAÇÃO

Efeito de falsa poupança

Os efeitos da globalização e a exagerada necessidade de consumo da sociedade atual aceleram o esgotamento dos recursos e aumentam as quantidades de resíduos e de energia. Verifica-se a reciclagem é um enorme contributo para a sustentabilidade, mas também deveríamos reduzir as taxas de consumo. Observa-se um comportamento de consumo de uma forma geral excessivo em muitas áreas difícil de reduzir.

Relativamente aos materiais recicláveis, como os plásticos ou o papel, existe uma tendência de consumo contínuo com a justificação de que estes são recicláveis e por isso pode-se consumir sem preocupação.

Existe um comportamento similar com equipamentos considerados de baixo consumo energético, como por exemplo: ar condicionado; lâmpadas, eletrodomésticos; e equipamentos eletrónicos.

E relativamente aos materiais de construção também é necessário reduzir o seu consumo, não basta reciclar.

Outra ideia de falsa poupança nos edifícios relaciona-se com a preferência por soluções construtivas mais baratas. Contudo, muitas soluções económicas, a longo prazo revelam-se ineficazes tornando-se mais caras devido à sua fraca eficiência energética, com

maiores gastos com aquecimento ou arrefecimento do edifício.

Poupança energética, ajuste da roupa e outros hábitos

As necessidades de conforto térmico variam com a idade, género e segundo outros critérios culturais (Hansen et al., 2019). Nos países ditos “mais desenvolvidos” a sociedade tem vindo a mudar os seus padrões de conforto e tendencialmente as pessoas associam o conforto térmico a edifícios onde se pode viver todas as estações do ano em camisa ou T-shirt. O que leva obviamente a um elevado consumo energético para aquecimento e arrefecimento e a gastos com materiais isolantes muito maiores nos edifícios novos ou a reabilitar. Observa-se que mudanças nas expectativas de conforto têm um enorme efeito sobre o consumo de energia e o clima global (Shove, 2003). Não é preciso sermos radicais e passar a vestir muita roupa pesada no inverno, mas podemos e devemos ser mais conscientes e vestir pelo menos um casaco no inverno. Assim, de certo o consumo energético para aquecimento irá reduzir. Complementarmente, também é possível aumentar ou reduzir os ganhos térmicos dos edifícios com pequenos hábitos, como por exemplo, abrir os sistemas de sombreamento durante o dia no inverno para aumentar os ganhos solares, no verão o contrário, e ventilar mais durante a noite no verão.

Qualidade do ar interior/saúde e Impacto ambiental

Além das questões da eficiência energética, também se faz necessário atribuir maior grau de importância às questões dos possíveis efeitos nocivos dos produtos de construção na saúde humana e no ambiente. O fabrico de diversos produtos de construção pode prejudicar a saúde, desde a sua fase de produção, aplicação e posteriormente em uso. Considerando que passamos grande parte do tempo em edifícios fechados, esta questão é seriamente essencial. Existem inúmeras áreas de estudo que podem ser mais aprofundadas neste âmbito: emissão de compostos orgânicos voláteis (COV's) e radioatividade dos materiais de construção; concentrações de gás radão nos materiais e no terreno de implantação; campos electromagnéticos artificiais provenientes de linhas de alta tensão, redes wireless; entre outras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os tópicos apresentados mostram que é necessário mudar de paradigma e que as atuais exigências regulamentares dos edifícios são insuficientes.

Todos os cidadãos têm a responsabilidade na escolha dos materiais de construção, mas os profissionais têm uma responsabilidade acrescida, uma vez que dispõem de mais acesso a informação técnica.

Os materiais e técnicas de construção tradicionais podem contribuir eficazmente na redução do consumo energético e estas técnicas podem ser adaptadas à atualidade e serem utilizadas na arquitetura contemporânea com *design* igualmente interessante ou, por vezes, até mais atrativo face à construção convencional.

Não se deve olhar simplesmente para os novos materiais de construção e para a questão da moda na arquitetura, sob pena de continuarmos a ter nas cidades contemporâneas inúmeros edifícios com grandes áreas de envidraçados nas fachadas. Este tipo de situação origina um aumento significativo do consumo energético dos edifícios pela necessidade de arrefecimento face à exagerada exposição solar. O que leva também a um aquecimento exagerado dos espaços públicos.

REFERÊNCIAS

Brouillard, G., 2016, *Repensar a Saúde*, Editora Nascente.

ECO.AP, s/d, *Manual de Eficiência Energética, Guia 3 – Conforto Térmico*, Programa de Eficiência Energética na Administração Pública, disponível em https://ecoap.pnaee.pt/wp-content/uploads/2019/01/Guia-3-CONFORTO-TERMICO_MEE.pdf, acedido em setembro de 2019.

Eires, R. 2006, *Materiais não convencionais para uma construção sustentável utilizando cânhamo, pasta de papel e cortiça*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade do Minho.

Eires, R. 2012, *Construção em terra: desempenho melhorado com incorporação de biopolímeros*, Tese de doutoramento em Engenharia Civil, Universidade do Minho.

Fernandes, J., Mateus, R., Gervásio, H., Silva, M.S., Bragança, L., 2019, *Passive strategies used in Southern Portugal vernacular rammed earth buildings and their influence in thermal performance*, Renewable Energy, Volume 142, Elsevier, November, Pages 345-363.

FSC Portugal, s/d, Certificação FSC, disponível em: <https://pt.fsc.org>, acedido em setembro de 2019.

GDRC - Global Development Research Center. s/d, *Defining Life cycle Assessment*, disponível em: <http://www.gdrc.org/uem/lca/lca-define.html>, acedido em setembro de 2019.

Gianpiero Evola, G., Marletta, L., Natarajan, S., Patanè, E. M., 2017, *Thermal inertia of heavyweight traditional buildings: experimental measurements and simulated scenarios*, Energy Procedia, Volume 133, October, Pages 42-52, Elsevier.

Gomes, R. J. e Folque, J. B., 1953, *Circular de informação técnica – O uso da terra com material de construção*, C.I.T Nº9, Série D-4, LNEC.

Greenspec, s/d., Green Building Design, disponível em: <http://www.greenspec.co.uk/building-design>, acedido em setembro de 2019.

Jenklins, P. L., Phillips, T.J., Mulberg, J. M., Hui, S.P. 1992, *Activity patterns of Californians: use of proximity to indoor pollutant sources*. Atmospheric Environ. 26A, p. 291-297.

Klepeis NE, Nelson WC, Ott WR, Robinson JP, Tsang AM, Switzer P, et al., 2001, *The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants*, Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology (2001) 11, 231±252.

Leite L., Fernandes J. E. P., Mateus R., Gervásio H., Silva S. M. 2017, *Desempenho térmico e conforto de construções vernáculas em madeira – os palheiros de Mira*, II Encontro Nacional Sobre Reabilitação Urbana e Construção Sustentável, pp. 251-260, 978-989-96543-9-6.

Robati, M., Daly, D., Kokogiannakis, G., 2019, *A method of uncertainty analysis for whole-life embodied carbon emissions (CO₂-e) of building materials of a net-zero energy building in Australia*, Journal of Cleaner Production 225 (2019) 541-553, Elsevier.

Shove, E. Comfort, 2003, *Cleanliness and Convenience: The Social Organization of Normality*, Academic, Bloomsbury.

Song, Q., Duan, H., Yu, D., Li, J., Wang, C., Zuo, J., 2018, *Characterizing the essential materials and energy performance of city buildings: A case study of Macau*, Journal of Cleaner Production 194 (2018) 263-276, Elsevier.

Stephen Dobson, 2000, *Terra 2000 continuity of tradition: new earth building*, This keynote speech was delivered at Terra 2000 Conference, Torquay, England in May.

Vefago, L.H.M.C.; Avellaneda, J. 2013, *Recycling concepts and the index of recyclability for building materials*, Resour. Conserv. Recycl., 72, 127–135.

WHO, 2008, *Planos Locais de Ação em Habitação e Saúde - Manual para projetos*, Editado em Inglês pela OMS, World Health Organization, Escritório Regional para a Europa sob o título: Local Housing and Health Action Plans, 2007, publicado pela Direcção-Geral da Saúde em 2008.

Zhao Y, Wang S, Chen G, Wang F, Aunan K, Hao J (2009), *Microenvironmental time-activity patterns in Chongqing, China*. Front Environ Sci Eng China 3(2):200–209.

Combinação Perfeita

Limpeza & Eficiência
Combinam consigo!

Dê à sua cozinha um novo brilho e desempenho com máquinas de lavar louça Teka e o kit Ajax Boost.

Combine estas vantagens com o melhor que a vida tem para lhe oferecer.

TEKA

Oferta
de um kit de limpeza
Ajax Boost

AJAX BOOST