

MAQUINARIA

30 ANOS • 30 YEARS



Edição nº 230 • Abril 2013 • € 3,50



BAUMA 2013

Maior afluência internacional de sempre confirma ímpeto construtivo fora da UE

ÁFRICA

Novas infra-estruturas fundamentais para a paz na região dos Grandes Lagos

A REPORTS

Bauma 2013 recebeu mais de 530 mil visitantes, superando todos os recordes

B MUNDO EM CONSTRUÇÃO

Projectos, Iniciativas e Mercados

C MÁQUINAS

Lançamentos, Tecnologia e Inovação

D EMPRESAS E NEGÓCIOS

Galp Energia premeia eficiência energética; Siderurgia Nacional diminui consumo de água com sistema construído pela Lucios, S.A.; Siemens desenvolve ferry eléctrico;

E ENGENHARIA

Avaliação dos impactos ambientais de materiais de construção, por F. Pacheco Torgal

 **bolina**
GRUPO EDITORIAL
PORTUGAL - BRASIL - ESPANHA



DIECI

Empilhadores Telescópicos • Autobetoneras • Dumpers

- Gamas para Construção, Agricultura e Indústria
- Mais de 130 modelos diferentes e múltiplos acessórios
- Alto desempenho, polivalência, durabilidade e economia
- Desenvolvidos para condições operacionais extremas

www.dieci.com


MUNDIMÁQUINAS

Mundimáquinas - Máquinas para Construção, Lda.
Pilares 22 a 31 do Estádio Nacional (junto à porta 4) • Luanda
Angola
Tel. / Fax: + (244) 922 386 190 • 934 859 788
mundimaquinas@hotmail.com • www.mundimaquinas.com

Brevemente em instalações próprias: Bairro da Sapú II (Luanda)
Av. do Estádio 11 de Novembro - da Via Expresso para a Sapú



ENGENHARIA
.....

Avaliação dos impactos ambientais de materiais de construção: algumas questões de relevo a merecer reflexão.

O excessivo uso de materiais a nível mundial (60.000 milhões de t/ano) correspondendo 40% a materiais utilizados pela indústria da construção, com os consequentes e muito graves impactos ambientais daí decorrentes, implicam uma preocupação crescente com a minoração dos mesmos. Privilegiar a escolha de materiais de construção menos poluentes torna necessária uma avaliação inequívoca sobre os seus verdadeiros impactos ambientais, tema que é passível de alguma controvérsia e que justifica a oportunidade do presente artigo.

Por F. Pacheco Torgal
Investigador da Unidade C-TAC, Grupo de Construção
Sustentável, Universidade do Minho

Introdução

Há quatro décadas atrás alguns investigadores [1] utilizaram um modelo matemático baseado no paradigma dos recursos finitos para simular a influência entre a população mundial, a produção de alimentos, a produção industrial, a poluição e o consumo de recursos não renováveis. Os resultados obtidos permitiram prever na altura que durante o séc. XXI viesse a ocorrer o esgotamento da biocapacidade do Planeta Terra. Duas décadas mais tarde em 1992 foi publicada uma actualização do referido estudo a qual comprovou que alguns dos limites da Terra já tinham sido ultrapassados [2]. Como consequência destes e de outros estudos foi-se gerando a nível internacional um consenso quando à gravidade deste problema cuja expressão mais

visível pode encontrar-se no mediatismo da expressão "*desenvolvimento sustentável*", incluída pela primeira vez no relatório "Our Common Future" [3]. Contudo há que reconhecer razão a outros autores [4,5] que defendem ser a expressão "*desenvolvimento sustentável*" um paradoxo, porque não é possível pretender ter desenvolvimento/crescimento para toda a população mundial e, esperar ao mesmo tempo que esse desenvolvimento possa ser compatibilizado com a sustentabilidade ambiental do Planeta Terra e dos milhões de outras Espécies que nele habitam conjuntamente com a espécie humana. Trata-se de um ponto de vista não totalmente destituído de mérito, pois se atentarmos na "*pegada ecológica*" desagregada por região, que se apresenta na Figura 1, conceito desenvolvido

por Rees & Wackernagel [6] e que mede a superfície do Planeta Terra, necessária para gerar recursos e absorver os resíduos de uma unidade (indivíduo ou outro), a resposta dificilmente poderá ser positiva. Como se pode constatar, à data da avaliação, era evidente a existência de padrões de consumo e de geração de resíduos, que reflectem consumidores/poluidores de primeira categoria (América do Norte), de segunda categoria (Europa) e de terceira categoria onde se incluem os restantes. É paradigmático que somente os países da África, América Latina e do Caribe e aqueles países da Europa que à data não pertenciam à UE25, ainda não tivessem esgotado a biocapacidade disponível do seu território, mas não será surpresa que a curto ou mesmo médio prazo o venham a fazer.

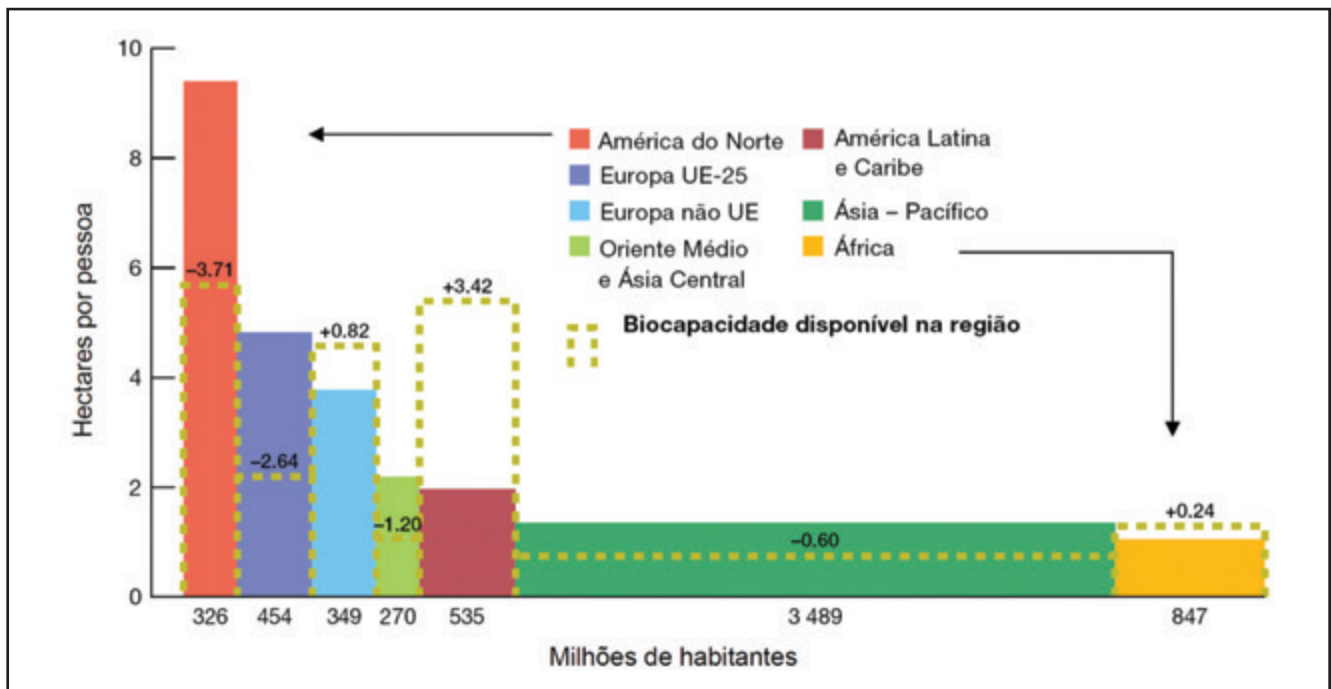


Figura 1:
Pegada ecológica por região [7]

E como se isto não fosse já suficientemente grave não se descortina na acção humana qualquer abrandamento desse comportamento suicida, muito antes pelo contrário. Actualmente consomem-se 60.000 milhões de ton./ano de materiais a nível mundial [8] e alguns autores que até ao ano 2050 a procura destes cresça para o dobro [9]. Não admira por isso que o World Business Council for Sustainable Development preveja que em 2050 se torne necessário que o aumento da eficiência dos recursos tenha que ter crescido entre 400% a 1000% para minorar os impactos ambientais relativos ao consumo de materiais [10]. Até mesmo a Europa que procura pautar o seu crescimento por padrões de respeito ambiental possui o maior rácio de importação de recursos per capita e em 2007 a economia europeia consumiu 8.000 milhões de toneladas de materiais [10]. Quarenta por cento do consumo de materiais a nível mundial dizem respeito aos utilizados pela indústria da construção [11]. E também esta irá continuar a crescer. Até ao ano 2020 a China irá executar aproximadamente 40 biliões de metros quadrados de área de construção [12]. Entre 2012 e 2017 a Índia irá investir 1 trilião de dólares só na construção de infra-estruturas [13]. Nos próximos 5 anos os EUA irão investir 1.6 triliões

de dólares na reabilitação de infra-estruturas [14]. Nas últimas décadas as preocupações com os impactos dos materiais evoluíram muito em termos de marketing mas pouco em termos reais. É por isso corrente que designações como "materiais verdes", "materiais ecológicos" ou "materiais amigos do ambiente" se tenham popularizado. Contudo só muito recentemente começaram a surgir investigações sobre o impacto ambiental de materiais de construção e só em 2012 foram publicadas pela primeira vez investigações relevantes sobre o ciclo de vida do betão de cimento Portland [15, 16], o material de construção mais utilizado no Planeta Terra. Contudo muito há ainda a investigar sobre o ciclo de vida deste material especialmente no que concerne às suas dimensões nano e biotecnológicas [17,18].

1.2 O novo Regulamento de Produtos da Construção (RPC)

A 9 de Março do corrente ano o Parlamento e o Conselho Europeu aprovaram o novo Regulamento de Produtos da Construção (305/2011) que a partir de 1 de Julho de 2013 irá substituir de forma integral a Directiva dos Produtos da Construção 89/106/CEE, já anteriormente alterada pela Directiva 1993/68/EEC. O novo Regulamento foi aprovado em 9 de Março e publicado no Jornal

Oficial da União Europeia-JOUE em 4 de Abril. De acordo com este instrumento legislativo a substituição da DPC era necessária para "simplificar e clarificar o quadro existente e de melhorar a transparência e a eficácia das medidas em vigor". Sendo um Regulamento isso significa que nos termos do Artº 288 do Tratado da União Europeia, "É aplicável em todos os Estados-Membros a partir da sua entrada em vigor, ou seja, vinte dias após a sua publicação no Jornal Oficial. Os seus efeitos jurídicos prevalecem sobre todas as legislações nacionais de forma simultânea, automática e uniforme", enquanto que a DPC sendo uma Directiva, "não inclui modalidades de aplicação; impõe apenas uma obrigação de resultado aos Estados-Membros, que têm a liberdade de escolherem a forma e os meios para aplicar a directiva". O RPC entrou em vigor no vigésimo dia após a publicação no JOUE (24 de Abril). Tal no entanto aplica-se somente ao Artigo 1 e ao Artigo 2, aos Artigos 29 a 35, aos Artigos 39 a 55, ao Artigo 64, ao Artigo 67, ao Artigo 68 e ao Anexo IV. Contudo os Artigos 3 a 28, os Artigos 36 a 38, os Artigos 56 a 63, Artigos 65 a 66, bem como os Anexos I, II, III e V entrarão em vigor somente a partir de 1 de Julho de 2013. Data a partir da qual o RPC será integralmente válido, sem necessidade de adaptações legislativas

em cada Estado membro. Nessa altura o RPC será também aplicável no Reino Unido, na Irlanda e na Suécia, países que perderão a cláusula de salvaguarda

(opt-out clause) de que beneficiaram durante a vigência da DPC. Quando se comparam os requisitos básicos do RPC e as antigas exigências da DPC,

constata-se que ao novo Regulamento foi adicionado um novo requisito (nº 7) e ainda que os requisitos nº3 e nº4 foram objecto de uma reformulação (Tabela 1).

Tabela 1: DPC versus RPC: Exigências e requisitos básicos

Nº	RPC	DPC
1	Resistência mecânica e estabilidade	Resistência mecânica e estabilidade
2	Segurança contra incêndio	Segurança contra incêndio
3	Higiene, saúde e ambiente	Higiene, saúde e protecção do ambiente
4	Segurança e acessibilidade na utilização	Segurança na utilização
5	Protecção contra o ruído	Protecção contra o ruído
6	Economia de energia e isolamento térmico	Economia de energia e isolamento térmico
7	Utilização sustentável dos recursos naturais	

Isto significa que comercialização de produtos de construção a partir de 2013 tornará necessária a sua avaliação ambiental havendo por isso necessidade por parte dos profissionais do sector da construção de informação actualizada que facilitar o processo em causa. Até porque importa ter presente que apesar da contracção sofrida pelo sector da construção o mesmo é responsável por quase 10% do PIB europeu, representando directa e indirectamente 20 milhões de empregos principalmente em PME's e desempenhando por isso um importante papel não só na economia europeia [19] como também no grande objectivo da EU que passa por uma economia circular circular sem desperdícios e baixas emissões de carbono [20].

1.3 Avaliação de impactos ambientais de materiais de construção

A metodologia utilizada para fazer a avaliação dos impactos ambientais dos materiais de construção é designada "Análise de ciclo de vida (ACV) e inclui "o ciclo de vida completo do produto, processo ou actividade, ou seja, a extracção e o processamento de matérias-primas, a fabricação, o transporte e a distribuição, a utilização, a manutenção, a reciclagem, a reutilização e a deposição final" [21]. As categorias de impactos ambientais correntemente utilizados para as ACV, podem abranger as seguintes:

- Consumo de recursos não renováveis;
- Consumo de água;
- Potencial de aquecimento global;
- Potencial de redução da camada de ozono;
- Potencial de eutrofização;
- Potencial de acidificação;
- Potencial de formação de smog;
- Toxicidade humana;

- Toxicidade ecológica;
- Produção de resíduos;
- Uso de terra;
- Poluição do ar;
- Alteração de habitats

A aplicação das ACV está regulamentada desde 1996 pela International Standards Organization (ISO) que faz uma subdivisão da rotulagem ambiental dos produtos em três categorias distintas:

- Tipo I (Rótulos ecológicos, ISO 14024);
- Tipo II (Auto-declarações ambientais, ISO 14021);
- Tipo III (Declarações ambientais dos produtos, ISO 14025)

É pertinente referir que somente em 2012, a Direcção Geral de Ambiente da Comissão Europeia publicou a metodologia para o cálculo da "pegada ecológica" de produtos [22], o que

Tabela 2: Diferentes ponderações de categorias de impactos ambientais

Categoria	Universidade de Harvard	EPA
Aquecimento global	6	24
Acidificação	22	8
Eutrofização	11	8
Consumo de combustíveis fósseis	11	8
Qualidade do ar interior	11	16
Alteração de habitats	6	24
Consumo de água	11	4
Poluentes aéreos	228	8

permite perceber da velocidade (ou falta dela) com esta questão tem vindo a evoluir. A Alemanha foi o primeiro país a criar em 1978 um sistema de rotulagem baseado em critérios ambientais com a designação de Anjo Azul "Blaue Engel" e desde essa altura outros foram sendo criados noutras zonas do Planeta como o EcoLogoTM no Canadá em 1988 ou "O Cisne" (Swan) em 1989 em alguns países do Norte da Europa (Finlândia, Islândia, Noruega e Suécia, a Dinamarca só em 1998). Ainda assim alguns autores [23] são da opinião que a rotulagem ecológica é confusa e muitos consumidores sentem sérias dúvidas sobre as vantagens ambientais de tais produtos. Outros autores [24] tecem críticas sobre o carácter muito generalista da metodologia ISO no cálculo das ACV. Por outro lado o peso a atribuir às diferentes categorias de impactos ambientais correntemente utilizados para no cálculo da ACV não é isento de alguma discricionariedade. A título de exemplo um produto que consuma uma elevada quantidade de água, constitui um elevado impacto ambiental num país bastante árido, mas já o mesmo não sucede se o produto for produzido no Norte da Europa. Faz por

isso todo o sentido que a categoria de impacto ambiental relativa ao consumo de água, tenha um peso diferente consoante o país onde determinado produto ou material for produzido. A tabela 2 apresenta um exemplo concreto de diferentes pesos atribuídos a uma mesma categoria por diferentes instituições.

Também Johnsen & Løkke [25] reconheceram recentemente que a questão relativa a saber-se quais as categorias ambientais mais importantes na avaliação ambiental de um produto é um tema controverso e longe de ser uma ciência exacta. Outros autores [26] elencam outros temas que constituem ainda questões em aberto no âmbito da metodologia de ACV. Constitui também uma questão em aberto a de se saber se os benefícios ambientais da reciclagem devem ser alocados aos produtores ou aos utilizadores dos materiais reciclados [27]. Esta questão é bastante pertinente no contexto da Directiva Nº 2008/98/EC aprovada em 19 de Novembro de 2008 nos termos da qual a percentagem de reciclagem de RCD até ano 2020 será no mínimo de 70% em massa. Não só por via dos benefícios

ambientais associados mas também porque se estima que a reutilização de resíduos pode permitir poupanças anuais de 1.4biliões de euros [10]. Ainda relativamente à avaliação dos impactos ambientais dos materiais de construção Kellenberger and Althaus [28] defendem que o contexto dos edifícios de baixo consumo energético, irá dificultar as simplificações que correntemente são levadas a cabo nas ACVs. Além disso na rotulagem ecológica avaliam-se somente as emissões de compostos orgânicos voláteis (COVs) de curto prazo pelo que se tornam necessárias avaliações de longo prazo para reduzir o grau de incerteza relativamente aos efeitos destas na qualidade do ar no interior das habitações [29]. Uma outra questão que merece ser objecto de estudos mais aprofundados prende-se com a frequência de substituição dos produtos, pois muitas vezes tal ocorre muito antes de se esgotar a sua vida útil, pois a mesma é influenciada por factores socioeconómicos. Tornam-se por isso necessários modelos de avaliação da vida útil dos produtos que incorporem variáveis relacionadas com o comportamento dos consumidores [30].

AUTOR



F. Pacheco Torgal

✉ torgal@civil.uminho.pt

Engenheiro Civil Sénior, investigador do Grupo de Construção Sustentável da Unidade C-TAC da Universidade do Minho. Autor e co-autor de 230 publicações em revistas e conferências, onde se incluem 59 publicações referenciadas na ISI Web of Knowledge, a principal base de dados científica a nível mundial. 37 artigos foram publicados em revistas ISI-A1.

<http://www.degois.pt/visualizador/curriculum.jsp?key=1300794898489491>

REFERÊNCIAS

- [1] Meadows, D.L.; Meadows, D.H.; Behrens, J.R.W. (1972) *The limits to growth*, MIT Press
- [2] Meadows, D.L.; Meadows, D.H.; Randers, J. (1992) *Beyond the Limits: Global Collapse or a Sustainable Future*. Earthscan
- [3] Brundtland G (1987) *Our Common Future*. Report of the World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, Oxford
- [4] Clayton R (2001) Editorial: Is sustainable development an oxymoron? *Trans I Chem E* 79, Part B: 327-328.
- [5] Choi J, Patten B (2001) Sustainable development: Lessons from the paradox of enrichment. *Ecosystem Health* 7: 163-175.
- [6] Rees, W.; Wackernagel, M. (1966) *Urban ecological footprints: Why cities cannot be sustainable - and why they are a key to sustainability*. *Environmental Impact Assessment Review* Vol.16, pp. 223-248
- [7] Loh, J.; Goldfinger, S. (2006) *Relatório Planeta Vivo 2006*. Global Footprint Network. WWF-World Wild Fund for Nature, Gland, Suíça.
- [8] Krausmann, F.; Gingrich, S.; Eisenmenger, N.; Erb, K.-H.; Haberl, H.; Fischer-Kowalski, M. (2009) Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecological Economics* 68, 2696-2705.
- [9] Allwood, J.; Ashby, M.; Gutowski, T.; Worrell, E. (2011) *Material efficiency: A white paper*. Resources, Conservation and Recycling 55, 362-381.
- [10] COM(2011) 571 final. Roadmap to a Resource Efficient Europe
- [11] Kulatunga, U., Amaratunga, D., Haigh, R., Rameezdeen, R., 2006. Attitudes and perceptions of construction workforce on construction waste in Sri Lanka. *Manag. Environ. Qual.* 17 (1), 57-72.
- [12] Pacheco-Torgal, F.; Labrincha, J. (2013) The future of construction materials research and the seventh UN Millennium Development Goal: A few insights. *Construction and Building Materials* Vol.40, 729-737.
- [13] Chakraborty, S.; Iyer, N.; Krishna, P.; Thakkar, S. (2011) Assessment of civil engineering inputs for infrastructure development. Indian National Academy of Engineering, New Delhi
- [14] Davalos, J.F. (2012) *Advanced materials for civil infrastructure rehabilitation and protection*. Seminar at The City College of New York, New York
- [15] Van den Heede, P. and De Belie, N. (2012) Environmental impact and life cycle assessment (LCA) of traditional and 'green' concretes: Literature review and theoretical calculations. *Cement & Concrete Composites* 34, 431-442
- [16] Habert, G.; Arribe, D.; Dehove, T.; Espinasse, L.; Le Roy, R. (2012) Reducing environmental impact by increasing the strength of concrete: quantification of the improvement to concrete bridges. *Journal of Cleaner Production* 35, 250-262.
- [17] Jayapalan, A.; Lee, B.; Kurtis, K. (2013) Can nanotechnology be 'green'? Comparing efficacy of nano and microparticles in cementitious materials. *Cement and Concrete Composites* (in press)
- [18] Pacheco-Torgal, F.; Labrincha, J. (2013) Biotech cementitious materials: Some aspects of an innovative approach for concrete with enhanced durability. *Construction and Building Materials* Vol. 40, 1136-1141.
- [19] COM(2012) 433 final. Strategy for the sustainable competitiveness of the construction sector and its enterprises
- [20] SPEECH/12/900 (2012) Living well, within the limits of the planet. High level IEEP (Institute for European Environment Policy) conference on the future of EU environmental policy, Brussels
- [21] SETAC (1993) Society of Environmental Toxicology and Chemistry - Guidelines for Life-Cycle Assessment: A code of Practice, Bruxelas, Bélgica.
- [22] Del Borghi, A. (2012) LCA and communication: Environmental Product Declaration. *International Journal of Life Cycle Assessment* (in press)
- [23] Rajagopalan, N.; Bilec, M.; Landis, A. (2012) Life cycle assessment evaluation of green product labeling systems for residential construction. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 17:753-763.
- [24] Hauschild, M.; Goedkoop, M.; Guinée, J.; Heijungs, R.; Huijbregts, M.; Joliet, O.; Margni, M.; De Schryver, A.; Humbert, S.; Laurent, A.; Sala, S.; Pant, R. (2012) Identifying best existing practice for characterization modeling in life cycle impact assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment* (in press)
- [25] Johnsen, F.; Løkke, S. (2012) Review of criteria for evaluating LCA weighting methods. *International Journal of Life Cycle Assessment* (in press)
- [26] Feifel S, Walk W, Wursthorn S (2010) LCA, how are you doing today? A snapshot from the 5th German LCA workshop. *International Journal of Life Cycle Assessment* 15:139-142
- [27] Huang, Y.; Spray, A.; Parry, T. (2012) Sensitivity analysis of methodological choices in road pavement LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment* 18:93-101.
- [28] Kellenberger, D.; Althaus, H. (2009) Relevance of simplifications in LCA of building components. *Building and Environment*, 44, pp. 818-825.
- [29] Skaar, C.; Jørgensen, R. (2012) Integrating human health impact from indoor emissions into an LCA: a case study evaluating the significance of the use stage. *International Journal of Life Cycle Assessment* (in press)
- [30] Aktas CB, Bilec MM (2011) Impact of lifetime on US residential building LCA results. *International Journal of Life Cycle Assessment* 17, 337-349.



The civil engineering sector accounts for a significant percentage of global material and energy consumption and is a major contributor of waste material. The ability to recycle and reuse concrete and demolition waste is critical to reducing environmental impacts in meeting national, regional and global environmental targets.

Handbook of recycled concrete and demolition waste summarizes key recent research in achieving these goals.

Handbook of recycled concrete and demolition waste

Edited by F. Pacheco-Torgal, V. W. Y. Tam,
J. A. Labrincha, Y. Ding and J. de Brito