

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DA CONSTRUÇÃO: DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA PARA A AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS

MATEUS, Ricardo⁽¹⁾; BRAGANÇA, Luís⁽²⁾

Palavras-chave: Sustentabilidade, avaliação, soluções construtivas

1. Introdução

A Indústria da Construção, nomeadamente o sector dos edifícios, é um dos sectores económicos mais importantes na Europa. No entanto, continua a basear-se excessivamente em métodos de construção tradicionais e mão-de-obra não qualificada, sendo caracterizada pelo consumo excessivo de matérias-primas, de recursos energéticos não renováveis e pela excessiva produção de resíduos.

Globalmente, a construção de edifícios é responsável pelo consumo de 40% dos recursos minerais (pedra, brita, areia, etc.), 25% da madeira, 40% da energia e 16% da água consumidos anualmente (Roodman, 1995). Em Portugal, apesar de existirem enclaves significativos entre os dados estatísticos e a realidade, estima-se que os edifícios (habitação e serviços) durante a fase de utilização são responsáveis pelo consumo de cerca de 20% dos recursos energéticos nacionais, 6,7% do consumo de água e pela produção anual de 420 milhões de metros cúbicos de águas residuais (DGE, 2000 e INE, 2002). De acordo com o Instituto Nacional de Estatística, a indústria da construção é responsável pela produção anual de cerca de 7,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos. Esta realidade traduz-se em significativos impactes ambientais, sociais e económicos, com grande potencialidade de virem a ser diminuídos.

A realidade actual é de todo incompatível com os desígnios do desenvolvimento sustentável, nos quais se procura a convivência harmoniosa entre as dimensões ambiental, económica e social, de modo a que as gerações do futuro tenham pelo menos as mesmas possibilidades das gerações do presente em satisfazerem as suas necessidades (fig. 1).

Apesar da disponibilidade de técnicas comprovadas, os edifícios não estão, na sua maior parte, a ser construídos ou renovados de uma forma sustentável. A Comissão Europeia aponta como principal obstáculo a falta de interesse que este tema suscita aos construtores e compradores, pois estes pensam incorrectamente que a construção é dispendiosa, duvidando também da sua fiabilidade e desempenho a longo prazo (UE, 2004). Para inverter esta situação a comissão europeia propõem, por um lado, a realização de acções para salientar os benefícios da construção sustentável a longo prazo e, por outro, a revisão dos códigos, normas e regulamentos na área da construção, através da incorporação de preocupações associadas à sustentabilidade neste domínio.

⁽¹⁾ Assistente no Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho, Guimarães.

⁽²⁾ Professor Auxiliar no Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho, Guimarães.



Figura 1 – Pilares do desenvolvimento sustentável (adaptado de Hannequart, 2002)

Com a promoção de tecnologias mais sustentáveis, e à semelhança do que vai acontecendo em países mais desenvolvidos onde a sustentabilidade é um dos aspectos mais relevantes na avaliação da qualidade global das construções, esta temática surgirá como uma mais-valia que potenciará a venda de produtos sustentáveis. Deste modo, poderão surgir no mercado produtos que se auto-intitulem mais sustentáveis do que as soluções correntes, numa lógica de potenciar as vendas. Tal implicará, a curto prazo, o desenvolvimento de uma metodologia comum a nível europeu para a avaliação do desempenho geral dos edifícios e construções em termos de sustentabilidade, incluindo o custo do seu ciclo de vida.

Neste trabalho aborda-se a temática da avaliação da sustentabilidade da construção e apresenta-se uma metodologia para a avaliação da sustentabilidade de soluções construtivas que será aplicada a alguns exemplos de soluções construtivas convencionais e não convencionais para paredes exteriores

2. A avaliação da sustentabilidade através de indicadores

Encontram-se desenvolvidos e em fase de desenvolvimento uma série de ferramentas e sistemas para a avaliação da sustentabilidade. No entanto, nenhuma das ferramentas ou sistemas desenvolvidos até então é amplamente aceite. O maior problema prende-se com a subjectividade associada ao conceito “sustentabilidade”, motivada principalmente pelas diferenças políticas, tecnológicas, culturais, sociais e económicas, existentes não só entre os países, mas também, dentro de cada país, entre os diversos locais.

A recente utilização de teorias e práticas de análise multi-critério permitiu que se compreendesse melhor a relação existente entre resultados diferentes, não alterando, contudo, a subjectividade do conceito.

A maior parte das metodologias de avaliação da sustentabilidade baseiam-se na análise de indicadores que cobrem os diversos tópicos considerados relevantes. Um indicador é geralmente um valor derivado da combinação de diversos parâmetros. Um parâmetro é uma

propriedade mensurável ou observável, que fornece informação acerca de um fenómeno, ambiente ou área. Como os resultados de uma avaliação apresentam uma elevada dependência em relação ao número e do tipo de indicadores considerados, os indicadores a analisar devem ser definidos de uma forma clara, transparente, objectiva e concisa. Depois, será indispensável a definição das áreas de avaliação e dos respectivos parâmetros.

Os indicadores são geralmente definidos de acordo com a sua natureza: pressão, estado e resposta. Foram desenvolvidos diferentes indicadores pelas administrações, organizações e indústrias, quer a nível local, como nacional e global.

Com o objectivo de uniformizar as metodologias de avaliação a nível europeu, a Comissão Europeia criou em 1991 um Grupo de Trabalho. Este grupo de trabalho definiu uma lista de dez indicadores:

Indicadores principais	<ul style="list-style-type: none">- satisfação dos utilizadores- impactos nas alterações climáticas- mobilidade e transportes públicos- acesso às áreas de serviço e espaços verdes
Indicadores suplementares	<ul style="list-style-type: none">- qualidade do ar- distâncias aos espaços de ensino- sistemas de coordenação do desenvolvimento sustentável- ruído- uso sustentável do solo- produtos que respeitam o desenvolvimento sustentável

A utilização de indicadores e de parâmetros da sustentabilidade é baseada em definições, regras, métodos, classificações e na atribuição de pesos. Na maior parte destas fases é necessário avaliar e atribuir o peso a cada parâmetro e indicador, quer durante o desenvolvimento, como também durante a utilização das metodologias. O carácter pessoal destas acções acaba por introduzir uma certa subjectividade no resultado da avaliação.

3. Avaliação da sustentabilidade de soluções construtivas

Na avaliação da sustentabilidade de soluções construtivas podem ser abordados vários indicadores que nem sempre estão correlacionados entre si e que não se expressam na mesma grandeza. Por outro lado, o modo como cada um dos indicadores e parâmetros influencia a sustentabilidade não é consensual nem imutável ao longo do tempo. Assim, é difícil expressar a sustentabilidade em termos absolutos, através de um valor que integre todos os indicadores analisados e que permita a classificação do objecto analisado, relativamente à sua sustentabilidade. Por exemplo, uma solução que apresente bom desempenho ambiental e ao mesmo tempo não cumpra as exigências funcionais mínimas, não pode ser considerada sustentável. Por outro lado, uma solução com bom desempenho ambiental e que cumpra todas as exigências funcionais, mas em que o custo de construção ultrapassa largamente o custo da solução construtiva convencional, não poderá também ser considerada sustentável, pois o seu custo proibitivo constitui uma barreira à sua implementação.

A sustentabilidade é assim uma questão relativa, que deve ser avaliada comparativa e relativamente à prática corrente – a solução de referência – num determinado país/local. Deste modo, é possível verificar se, ao nível de cada parâmetro analisado, a solução em estudo é melhor ou pior do que a solução de referência. A solução mais sustentável depende daquilo que o limite tecnológico pode proporcionar em cada momento.

Das ferramentas e sistemas de avaliação da sustentabilidade existentes, destacam-se o Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM), o Leadership in Energy & Environmental Design (LEED) e o Green Building Challenge (GBTool). A maior parte deles encontram-se sobretudo orientados para a avaliação do desempenho ambiental dos edifícios, numa perspectiva global, e necessitam do conhecimento prévio de uma panóplia de parâmetros, cuja determinação é quase sempre complexa. A sustentabilidade das soluções construtivas é um dos parâmetros considerados na avaliação da sustentabilidade global dos edifícios.

Por todas as razões apresentadas anteriormente e devido às metodologias existentes não serem adequados à avaliação de soluções construtivas, apresenta-se neste trabalho uma metodologia para a avaliação da sustentabilidade de soluções construtivas, relativamente à solução construtiva mais aplicada – solução de referência. A esta metodologia atribuiu-se a denominação “Metodologia de Avaliação Relativa da Sustentabilidade de Soluções Construtivas (MARS-SC).

Na MARS-SC propõem-se que a sustentabilidade das soluções construtivas seja avaliada, para cada elemento construtivo, relativamente à solução construtiva mais aplicada num determinado local – solução de referência. Nesta metodologia são considerados três indicadores: ambiental, funcional e económico. As fases para a aplicação desta metodologia resumem-se de seguida:

1ª Fase) Definição dos parâmetros a considerar na avaliação dos indicadores. O número de parâmetros avaliados poderá ser ajustado em função dos objectivos da avaliação, das características próprias das soluções construtivas, das exigências funcionais que se pretendam satisfeitas, das características particulares do local e dos dados disponíveis. Na análise de cada indicador podem ser avaliados, entre outros, os parâmetros apresentados no Quadro 1.

2ª Fase) Determinação dos índices de comparação. Estes índices expressam a relação de grandeza existente entre um parâmetro da solução em estudo e o mesmo parâmetro na solução de referência. Estes índices permitem verificar, relativamente a cada parâmetro em análise, se a solução em estudo é melhor ou pior do que a solução de referência. Os índices são calculados através da equação 1.

$$I_x = \frac{V_x}{V'_x} \quad [1]$$

com, I_x —Índice relativo ao indicador x; V_x —Valor do parâmetro x na solução em estudo; V'_x —Valor do parâmetro x na solução de referência.

3ª Fase) Atribuição da nota a cada parâmetro. Através do valor dos índices é atribuída uma nota a cada indicador numa escala de valores de -3 a 3. Quando a nota é negativa, o desempenho da solução em estudo ao nível desse parâmetro é pior do que a solução de referência. Caso contrário, a solução em estudo é melhor de que a solução de referência. A nota é atribuída através do Quadro 2.

Quadro 1 – Parâmetros que podem ser considerados na avaliação da sustentabilidade

INDICADORES		
Ambiental	Funcional	Económico
Potencial de aquecimento global	Isolamento sonoro a sons de condução aérea	Custo de construção
Energia primária incorporada (PEC)	Isolamento sonoro a sons de percussão	Custo de manutenção
Conteúdo reciclado	Isolamento térmico	Custo de reabilitação
Potencial de reciclagem	Durabilidade	Custo de desmantelamento/demolição
Reservas remanescentes de matéria-prima	Comportamento ao fogo	Valor residual
Quantidade de matéria/recursos naturais utilizados	Flexibilidade de utilização	Custo de tratamento para devolução ao ambiente natural

Quadro 2 – Nota a atribuir a cada parâmetros (Ni) em função dos valores dos índices (Ix)

Valor de I _x	Nota (N _i)
≤0,6	3
]0,6;0,8]	2
]0,8;1,0[1
1,0	0
]1,0;1,2]	-1
]1,2;1,4]	-2
≥1,4	-3

4ª Fase) Representação gráfica das notas atribuídas a cada parâmetro (Perfil Sustentável). Para que se tenha uma melhor percepção das diferenças existente ao nível de cada parâmetro, as notas são representadas num gráfico do tipo radar com um número de raios igual ao número de parâmetros em análise.

5ª Fase) Determinação da Nota de Desempenho de cada solução ao nível de cada indicador (ND_i). O desempenho da solução em estudo ao nível de cada indicador é sintetizado num só valor através das equações 2 a 5.

$$ND_A = \sum_{i=1}^m WA_{i,x} NIA_i \quad [2]$$

$$ND_F = \sum_{i=1}^n WF_{i,x} NIF_i \quad [3]$$

$$ND_E = \sum_{i=1}^o WE_{i,x} NIE_i \quad [4]$$

$$\sum_{i=1}^m WA_i = \sum_{i=1}^n WA_i = \sum_{i=1}^o WA_i = 1 \quad [5]$$

com, ND_A – nota de desempenho ambiental; ND_F – nota de desempenho funcional; ND_E – nota de desempenho económico; WA_i – peso do parâmetro ambiental (i); WF_i – peso do parâmetro funcional (i); WE_i – peso do parâmetro económico (i); m – número de parâmetros ambientais em estudo; n –

número de parâmetros funcionais em estudo; o – número de parâmetros económicos em estudo; NIA_i – nota atribuída ao parâmetro ambiental (i); NIF_i – nota atribuída ao parâmetro funcional (i); NIE_i – nota atribuída ao parâmetro económico (i).

O valor a atribuir ao peso de cada um dos indicadores na determinação das três notas de avaliação de desempenho não é consensual.

Ao nível dos parâmetros ambientais já existem alguns estudos que permitem a definição quase consensual dos seus pesos. Desses estudos, destacam-se os realizados pela *United States Environmental Protection Agency* (EPA), nos quais foi analisado, numa lista de doze indicadores ambientais, a importância de cada um relativamente aos restantes, em função dos efeitos nocivos para o ambiente (EPA, 2000). Sugere-se que na aplicação da MARS-SC se utilizem directamente ou por extrapolação os pesos apresentados nesse estudo.

A quantificação dos parâmetros funcionais é relativamente simples, devido à existência de vários métodos comprovados que permitem a sua quantificação. No entanto, o modo como cada parâmetro influencia o desempenho funcional e conseqüentemente a sustentabilidade não é consensual. Esta avaliação envolve a atribuição subjectiva de pesos e depende fundamentalmente do tipo de utilização da solução, assim como das características socio-económicas e culturais do avaliador. Assim, numa primeira fase pode-se admitir que todos os parâmetros funcionais apresentam o mesmo peso na avaliação do desempenho funcional. De modo a obter valores mais consensuais poder-se-ão realizar entrevistas aos potenciais utilizadores, por forma a identificar quais os parâmetros que são considerados mais importantes. Através da aplicação de uma metodologia de análise multi-critério como, por exemplo, a metodologia AHP (*Analytic Hierarchy Process*) é possível quantificar o peso de cada parâmetro (Saaty, 1990).

Medir o desempenho económico de uma solução é mais objectivo do que medir os desempenhos ambiental e funcional. Encontram-se disponíveis várias metodologias e algumas bases de dados acerca de custos na construção. A análise de custos do ciclo de vida (LCCA) é um método que permite avaliar o custo global de um produto. Neste método são considerados todos os custos de aquisição, operação, manutenção e o valor residual dos edifícios ou de algum dos seus elementos. A utilização do método LCCA é especialmente útil quando se pretende comparar alternativas com o mesmo desempenho ambiental e funcional, mas que diferem no que respeita aos custos inicial e de operação. Assim, é relativamente simples prever os custos associados ao ciclo de vida de um produto da construção. Quanto menores forem os custos previstos para uma solução, melhor será o desempenho económico e, por conseguinte, mais sustentável será a solução. Os custos de operação e manutenção de um produto da construção são geralmente os mais importantes e significativos, pois são os que ocorrem durante a fase mais extensa do seu ciclo de vida.

6ª Fase) Determinação da Nota Sustentável (NS) da solução em estudo. Através da aplicação da Equação 5 é possível sintetizar num único valor a performance da solução ao nível dos três indicadores considerados relevantes na avaliação da sustentabilidade.

$$NS = W_1 \times ND_A + W_2 \times ND_F + W_3 \times ND_E \quad [6]$$

com, NS – nota sustentável da solução; W_1 – peso do indicador ambiental; W_2 – peso do indicador funcional; W_3 – peso do indicador económico.

O modo como cada indicador influencia a sustentabilidade também não é consensual. Assim, numa primeira abordagem é aceitável que os três indicadores apresentem o mesmo peso na avaliação da sustentabilidade. Com a experiência, tem-se constatado que as alternativas mais compatíveis com o ambiente são geralmente as mais caras. No entanto, considerando que com a implementação do conceito “construção sustentável” se pretende principalmente uma maior compatibilidade entre os ambientes construído e natural, sem que se comprometa o desempenho funcional e por fim a sustentabilidade económica do produto, facilmente se compreende que os pesos dos indicadores ambiental e funcional devem ser superiores ao do indicador económico. Deste modo, considera-se nesta metodologia a seguinte distribuição de pesos: $W_1 = 0,40$; $W_2 = 0,40$; $W_3 = 0,20$.

Em função da NS obtida e através do Quadro 3 é possível classificar o desempenho da solução, quanto à sua sustentabilidade.

Quadro 3 – Avaliação do desempenho relativo da solução em estudo a partir da NS

Valor da NS	Classificação do desempenho
<-1	Medíocre
[-1; -0[Insatisfatório
0	De referência
]0, 1[Ligeiramente superior
[1, 2[Superior
[2, 3[Muito superior
3	Excelente

4. Avaliação da sustentabilidade de soluções construtivas para paredes exteriores

4.1. Aplicação da MARS-SC

A sustentabilidade foi avaliada relativamente à solução convencional/referência através da análise de dois parâmetros ambientais (potencial de aquecimento global – PAG – e a energia primária incorporada – PEC –), três funcionais (isolamento sonoro a sons de condução aérea – $D_{n,w}$ -, isolamento térmico – U – e a espessura da parede – EP –) e um económico (custo de construção – CC –).

Os pesos considerados na determinação das Notas de Desempenho (ND_i) e da Nota Sustentável da solução (NS) encontram-se no Quadro 4.

Quadro 4 – Pesos considerados na avaliação

Grupo	Parâmetro	Peso do parâmetro no grupo	Peso de cada grupo
Ambientais	PAG	0,75	0,40
	PEC	0,25	
Funcionais	$D_{n,w}$	0,33	0,40
	U	0,33	
	LP	0,33	
Económicos	CC	1,00	0,20

4.2. Descrição das soluções construtivas

Como solução construtiva de referência (Par 1), considerou-se a parede dupla de alvenaria de tijolo, com pano exterior de tijolo de 15 cm e pano interior de tijolo de 11 cm, com caixa-de-ar parcialmente preenchida por placas de poliestireno expandido extrudado (XPS) de 2 cm de espessura (Fig.2). Esta é a solução mais comum nas paredes exteriores dos edifícios construídos no Distrito de Braga. Os paramentos interiores e exterior encontram-se revestidos com reboco convencional com 1,5cm de espessura.

Para além da solução de referência, foram analisadas mais três soluções. Tendo em conta a importância do comportamento térmico, relativamente às restantes exigências funcionais dos elementos da envolvente vertical, as soluções construtivas analisadas foram definidas de modo que os seus coeficientes de transmissão térmica fossem, no mínimo semelhantes.

As restantes soluções construtivas analisadas foram: **Par 2)** Parede dupla, com pano exterior em alvenaria de pedra aparelhada e pano interior em alvenaria de tijolo vazado (Fig.3); **Par 3)** Parede simples com reboco armado sobre isolante contínuo pelo exterior (Fig.4); **Par 4)** Parede com estrutura metálica leve (Fig.5).

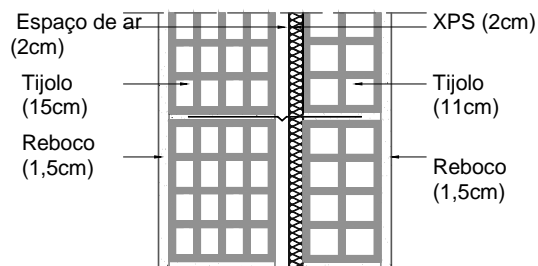


Figura 2 – Solução construtiva de referência (Par 1)

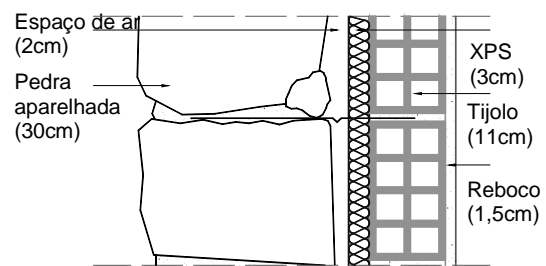


Figura 3 – Solução construtiva Par 2

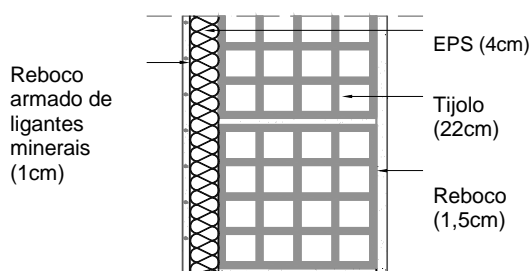


Figura 4 – Solução construtiva Par 3

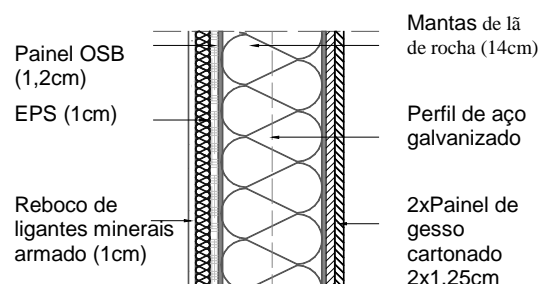


Figura 5 – Solução construtiva Par 4

4.3. Resultados obtidos

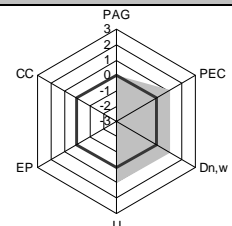
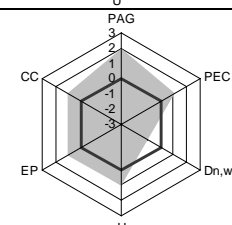
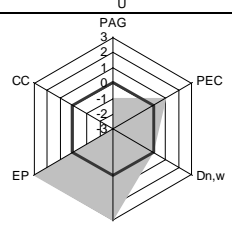
Os resultados obtidos na quantificação de cada um dos parâmetros em avaliação encontram-se resumidos no Quadro 5. No Quadro 6 encontram-se, para cada uma das soluções construtivas analisadas, as notas de desempenho obtidas ao nível de cada indicador, assim como a nota sustentável da solução.

Quadro 5 – Valores obtidos na quantificação dos parâmetros

Indicador	Par 1	Par 2	Par 3	Par 4
PAG (g/m^2)	46511	44221	36538	49883
PEC ($k.W.h/m^2$)	197	169	159	171
$D_{n,w}$ (dB)	51	59	49	51
U ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)	0,70	0,65	0,60	0,23
EP (cm)	33,00	47,50	28,50	19,60
CC ($\text{€}/m^2$)	46,7	125,9	41,8	133,4

Como se pode verificar, dentro da amostra analisada e de acordo com os indicadores e parâmetros em avaliação, a solução mais sustentável é a parede simples com reboco armado sobre isolante contínuo pelo exterior (Par 3) e a menos sustentável é a parede dupla com pano exterior em alvenaria de pedra aparelhada e pano interior em alvenaria de tijolo vazado (Par 2). A sustentabilidade da parede com estrutura metálica leve (Par 4) é semelhante à da solução de referência. Ao nível do desempenho ambiental, a melhor solução é a Par 2, enquanto que a pior é a Par 4. A Par 4 é a que apresenta melhor desempenho funcional e a Par 2 o pior. A solução com melhor desempenho económico é a Par 3.

Quadro 6 – Sustentabilidade das soluções em estudo

Solução construtiva	Perfil sustentável	Desempenho			Nota sustentável (NS)	Classificação do desempenho
		Amb. (NA)	Func. (NF)	Econ. (NE)		
Par2		0,25	-0,33	-3,00	-0,63	Insatisfatório
Par3		1,75	0,66	1,00	1,16	Superior
Par4		-0,50	1,98	-3,00	0,00	De referência

5. Conclusões

A concepção, construção e utilização sustentável de edifícios baseiam-se na avaliação da pressão ambiental e de aspectos funcionais (relacionados com os códigos de construção e com as características psico-sociais dos utilizadores) e na análise dos custos associados ao seu ciclo de vida. Sempre que algo é retirado do ambiente como recurso ou a este devolvido como resíduo ou emissão gasosa há um impacto ambiental, o que diminuiu ou ameaça a disponibilidade de recursos, os ecossistemas e a saúde. A concepção sustentável procura uma maior compatibilidade entre os ambientes artificial e natural sem contudo comprometer

os requisitos funcionais dos edifícios e dos seus elementos, assim como a viabilidade económica do produto.

Cabe à Equipa de Projecto, principalmente durante a Fase de Concepção, a selecção de tecnologias que promovam a sustentabilidade no domínio da construção. O desenvolvimento e aplicação de metodologias de avaliação da sustentabilidade são aspectos fundamentais nas diversas tomadas de decisão que procurem a criação de edifícios mais sustentáveis.

Ao nível dos resultados obtidos na aplicação da MARS-SC, facilmente se constata que estes dependem do tipo e número de parâmetros avaliados dentro de cada indicador, bem como do peso relativo considerado para cada um deles. Para que os resultados sejam mais consensuais a metodologia poderá evoluir no sentido da pré-definição de uma lista de indicadores para cada tipo de elemento construtivo. Espera-se que com a metodologia apresentada se contribua para selecção de soluções construtivas mais sustentáveis, de modo a tornar a Indústria da Construção mais compatível com os desígnios do desenvolvimento sustentável, para que as gerações do futuro tenham pelo menos as mesmas condições das gerações do presente.

BIBLIOGRAFIA

DGE – “Balanço Energético Nacional de 2000”. Direcção Geral da Energia, 2000.

Hannequart, J. P. – “European waste policy”. Conferências Lipor – “Os Desafios do Século XXI”, Valongo, 2002.

INE – “Estatísticas do Ambiente 2001”. Instituto Nacional de Estatística, 2002.

Mateus, R. - “Novas Tecnologias Construtivas Com Vista à Sustentabilidade da Construção”. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho, 2004.

Roodman, D. M.; Lenssen N. – “A Building Revolution: How Ecology and Health Concerns are Transforming Construction”. Worldwatch Paper 124, Worldwatch Institute, Washington, DC, March, 1995.

Saaty, T. L. – “How to make a decision: The analytic hierarchy process”. Journal of Operational Research, Vol. 48, No. 1, 1990, pp. 9-26.

União Europeia, Comissão das Comunidades Europeias - “Comunicação da Comissão Europeia ao Concelho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões – Para uma Estratégia Temática sobre o Ambiente Urbano”. COM(2004)60 final, Bruxelas, Fevereiro, 2004.

United States Environmental Agency (EPA); Science Advisory Board (SAB). - “Toward Integrated Environmental Decision Making”. EPA-SAB-EC-00-011, Washington, D.C., August 2000 and United States Environmental Agency; Science Advisory Board (SAB). “Reducing Risk: Setting Priorities and Strategies for Environmental Protection”. SAB-EC-90-021, Washington, D.C., September 1990, pp 13-14.