

# Metodologia portuguesa de avaliação de sustentabilidade de edifícios de serviços e de turismo SBTool PT-S e SBTool PT-T

---

UNIVERSIDADE DO MINHO – PORTUGAL

Luís Bragança

Catarina Araújo

José Amarílio Barbosa

Erika Guimarães

## Introdução

A sustentabilidade na construção surge com a necessidade de estabelecer princípios de racionalização de recursos, gestão territorial e integração dos espaços urbanos, minimizando os impactos negativos que a construção e a utilização de edifícios provocam, em todo o seu ciclo de vida. O sector da construção é considerado como um dos que mais contribui para os problemas ambientais da atualidade. É responsável por 30 a 40% do consumo energético, 44% do consumo de materiais (ERLANDSSON; BORG, 2003), sendo identificado como um dos principais contribuidores para as emissões de gases de efeito estufa (LI, 2006).

O elevado impacto dos edifícios tem também uma vertente social muito importante relacionada com o facto de as pessoas passarem cerca de 90% do seu tempo no interior dos edifícios (EPA, 2015; EU, 2015). Este aspeto não só acentua os elevados consumos (de energia, de materiais, de água, etc.) relacionados com a ocupação dos edifícios como também atribui uma importância muito maior ao conforto e ao bem-estar.

Por outro lado, o sector da construção possui também um impacto económico significativo (BRAGANÇA; MATEUS, 2011). Alterações neste sector podem provocar flutuações significativas em indicadores macroeconómicos, tais como o PIB (Produto Interno Bruto), devido às suas elevadas taxas de investimento e à sua contribuição para o emprego e crescimento dos países (ORTIZ *et al.*, 2009).

Por estes motivos, o sector da construção foi identificado como um dos principais alvos para a implementação de práticas sustentáveis surgindo desta forma uma nova forma de projetar, construir e utilizar edifícios denominada por construção sustentável. Este conceito caracteriza-se assim pela adoção de princípios sustentáveis nas diversas fases de desenvolvimento dos edifícios através de um adequado equilíbrio entre os impactos ambientais, sociais e económicos. Isto é, um edifício sustentável deve minimizar os seus impactos ambientais, proporcionar o máximo conforto possível e não acarretar custos elevados em comparação com os restantes edifícios existentes no mercado.

No sentido de minimizar os elevados impactos ambientais dos edifícios e de promover a sustentabilidade neste setor, têm sido desenvolvidas ao longo dos últimos anos diversas metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios. Estas metodologias focam-se maioritariamente em edifícios habitacionais. Contudo, outras tipologias de edifícios, tais como edifícios de serviços e edifícios turísticos, possuem também elevados impactos associados. Neste sentido, neste capítulo serão apresentadas duas metodologias de avaliação da sustentabilidade cujo âmbito de aplicação são os edifícios de serviços e de turismo.

## Estado da Arte

Os edifícios de serviços são geralmente espaços com elevada concentração de cargas térmicas, não só porque concentram neles um conjunto de pessoas, que só por si aquecem o ambiente, como os próprios equipamentos como computadores, fotocopiadoras ou impressoras contribuem para este facto. Estes fatores fazem com que este tipo de edifícios seja particularmente intensivo no consumo de energia, razão pela qual a maioria dos programas e atividades existentes dedicados a estes edifícios sejam focados nesta matéria. Estima-se que cerca de 26% do consumo energético final da Europa seja consumido em edifícios residenciais e que cerca de 13% se destine a edifícios de serviços (EU, 2009). O setor terciário (edifícios de serviços e agricultura) é um dos que mais tem aumentado o consumo energético, sendo expectável que venha a consumir mais 26% em 2030 do que em 2005 (comparativamente o mesmo índice de crescimento para os edifícios residenciais é de 12%) (EU, 2008).

De facto, o número de edifícios de serviços em Portugal não é substancial, quando comparado com a quantidade de edifícios residenciais (INE; LNEC, 2013). Contudo, a necessidade de investimento em práticas sustentáveis por parte deste setor verifica-se pelo facto de estes serem responsáveis pelo consumo de grande quantidade de recursos na fase de operação. Por outro lado, são espaços onde os seus ocupantes permanecem durante longos períodos de tempo, pelo que devem proporcionar altos níveis de conforto, qualidade e saúde, o que contribui para um bom desempenho dos ocupantes.

A atividade turística tem sofrido um crescimento e evolução bastante significativos, porém a atenção tem sido focada em aspetos económicos descurando as implicações negativas geradas sobre o meio ambiente (MACHADO, 2009). Estes problemas agravam-se pelo facto de o sector do turismo constituir atualmente uma das maiores indústrias mundiais e se encontrar em crescimento sendo espectável que a sua dimensão aumente para o dobro ao longo da próxima década. O turismo internacional é muitas vezes considerado a maior indústria do mundo, com cerca de um bilhão de turistas, representando 5% do PIB mundial e um em cada doze postos de trabalho em todo o mundo (WTO, 2012). Desta forma, é de extrema importância a promoção da sustentabilidade no setor dos edifícios de turismo para que sejam minimizados os impactes negativos destes no meio ambiente. Contudo, ao longo dos últimos anos, a atividade turística tem sido alvo de um grande debate, por parte da comunidade científica e dos intervenientes no setor, relativamente à necessidade de a direcionar para um desenvolvimento sustentável (DEERY *et al.*, 2012).

No sentido de minimizar os impactes dos edifícios de serviços e dos edifícios de turismo, têm sido desenvolvidas diversas metodologias de avaliação da sustentabilidade que permitem avaliar e promover práticas construtivas sustentáveis. Exemplos destas são as metodologias LEED (USGBC, 2015), BREEAM (2015), CASBEE (2015), HQE (2013) ou SBTool (iiSBE, 2015). Segundo Ding (2008), estes sistemas têm permitido estabelecer práticas de referência no âmbito da construção sustentável e têm contribuído significativamente para a implementação do desenvolvimento sustentável no sector da construção. Por um lado, estes métodos permitem medir e monitorizar o desempenho dos edifícios e, por outro, alertam para a importância da adoção de práticas sustentáveis.

Entre os sistemas anteriormente referidos, destaca-se a metodologia SBTool (*Sustainable Building Tool*) que é um sistema internacional, voluntário, de avaliação e reconhecimento da sustentabilidade de edifícios, que foi desenvolvido pela *International Initiative for a-sustainable Built Environment* (iiSBE). O sistema resulta da colaboração, em consórcio, de equipas de mais de 20 países. A

metodologia SBTool permite avaliar a sustentabilidade de um edifício ao longo das diversas fases do seu ciclo de vida, designadamente as fases de projeto, construção e operação/manutenção. A diversidade dos elementos considerados transforma este sistema no mais completo e rigoroso, disponível no mercado internacional. Adicionalmente, esta ferramenta não foi desenvolvida para utilização direta mas sim para possibilitar a sua adaptação a diferentes contextos nacionais. A título de exemplo, esta metodologia já foi adaptada ao contexto de vários países como Portugal, Espanha, Itália, República Checa, entre outros.

Dada a importância e a popularidade adquirida pelas práticas de construção sustentável e pelas metodologias de avaliação da sustentabilidade, os dois principais organismos de normalização europeus, o Comité Europeu de Normalização (CEN) e a Organização Internacional de Normalização (ISO) têm desenvolvido trabalho com o objetivo de regular e uniformizar a avaliação da construção sustentável (MATEUS; BRAGANÇA, 2011; ALYAMI; REZGUI, 2012).

O comité da ISO responsável pelo desenvolvimento de normalização relativa à construção sustentável é o Comité Técnico 59 "*Buildings and civil engineering Works*" e o seu Subcomité 17 "*Sustainability in buildings and civil engineering works*". O ISO TC59 SC 17 tem desenvolvido trabalho com o objetivo de definir requisitos normativos relativos à avaliação ambiental de edifícios (HAAPIO; VIITANIEMI, 2008). No que respeita ao Comité Europeu de Normalização (CEN), o seu comité técnico CEN/TC350 "*Sustainability of construction work*" tem também desenvolvido normalização relativa aos aspetos da avaliação da construção sustentável de edifícios novos e existentes e às declarações ambientais de produtos de construção (HAAPIO; VIITANIEMI, 2008).

Em Portugal, uma equipa de investigação constituída por elementos da Universidade do Minho, da empresa EcoChoice e da Associação iiSBE Portugal, desenvolveu um sistema de avaliação da sustentabilidade denominado SBTool PT-H (MATEUS; BRAGANÇA, 2011). Esta metodologia tem por base o sistema internacional SBTool estando adaptada ao contexto sociocultural português. Este sistema foi desenvolvido tendo em consideração os trabalhos que têm sido desenvolvidos pelo CEN/TC350.

A metodologia SBToolPT-H desenvolvida para os edifícios habitacionais baseia-se no cálculo do nível de desempenho normalizado do edifício numa série de indicadores, através da comparação com práticas de referência nacionais. A partir desse nível de desempenho normalizado do edifício ao nível de cada indicador determina-se, através de um sistema de pesos, o desempenho do edifício ao nível das várias categorias, dimensões e, por fim, o desempenho final.

No seguimento deste trabalho e tendo por base esta metodologia inicial a mesma equipa desenvolveu posteriormente duas metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios de turismo e de serviços, no âmbito do projeto SBTool-PT-STP (Adi-QREN, Ref. 11516). Neste capítulo serão apresentadas as metodologias de avaliação da sustentabilidade SBTool PT aplicáveis a edifícios de serviços e de turismo.

### Descrição das metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios de serviços e turismo

#### Enquadramento geral e objetivos

As metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios de serviços e de turismo aqui apresentadas têm como objetivo apoiar as equipas de projeto desde as etapas mais preliminares de conceção de edifícios de serviços e de turismo, no sentido de as consciencializar para a adoção de soluções que conduzam ao desenvolvimento de edifícios mais sustentáveis.

As metodologias foram desenvolvidas de forma poderem ser aplicadas durante as fases de projeto, construção ou utilização. No caso da última, a avaliação é efetuada tendo por base a monitorização do seu comportamento real. Contudo, é vantajoso serem implementadas durante a fase de projeto, pois ao permitem sensibilizar e dotar a equipa de projeto com conhecimento sobre boas práticas no âmbito da sustentabilidade, permitindo a introdução de medidas que permitam melhorar o seu desempenho (BRAGANÇA *et al.*, 2014). A avaliação efetuada na fase de projeto terá por base o comportamento previsto para totalidade do ciclo de vida do edifício. Os resultados das avaliações são dados importantes no suporte das tomadas de decisão, pois desta forma

as equipas de projeto terão acesso, desde o início ao desempenho esperado para o edifício a construir, podendo dessa forma avaliar o impacto de certas soluções alternativas.

As metodologias são orientadas para a escala do edifício, sendo que o seu âmbito de aplicação inclui o edifício e o logradouro ou área exterior do edifício pertencente ao mesmo terreno ou lote de construção. São objeto de avaliação das metodologias todos os aspetos que contribuem para a sustentabilidade do edifício e que podem ser alterados por opções da equipa de projeto e do dono de obra. As metodologias foram desenvolvidas de forma a poderem avaliar edifícios existentes, novos e reabilitados, estando adaptadas ao contexto português, no que respeita aos contextos ambiental, social e económico.

#### Estrutura

O desenvolvimento das ferramentas apresentadas neste capítulo teve por base a metodologia de avaliação da sustentabilidade SBTool PT-H. Por este motivo, a primeira fase de desenvolvimento das mesmas passou pela análise dos indicadores que constam da avaliação desta ferramenta no sentido de analisar a sua importância relativamente às tipologias de edifícios em análise. Com esta análise pretendeu-se avaliar a importância da inclusão de cada indicador presente na metodologia SBTool PT-H e o seu impacto associado.

Posteriormente foram analisados trabalhos anteriores (MACHADO, 2009; BARBOSA, 2010; MACHADO *et al.*, 2010; BARBOSA *et al.*, 2013) para determinar a necessidade de se incluírem outros indicadores na avaliação que não estavam incluídos na metodologia SBTool PT-H. Para tal, foram ainda analisados indicadores usualmente englobados noutras metodologias internacionais mas que não são contemplados pela metodologia SBTool PT-H. A inclusão de um determinado indicador foi avaliada em função da importância dos impactos avaliados neste, o número de metodologias internacionais que o incluem na estrutura de avaliação e a sua adequação ao contexto português e às tipologias de edifícios de serviços e turismo. As metodologias internacionais analisadas foram: SBTool, BREEAM for New Construction 2011, LEED for New Construction 2009, LEED



for Existing Buildings 2009, CASBEE for New Construction 2008, NABERS, HQE, DGNB, ITACA Services, SBTool CZ e VERDE.

Após este estudo foi possível identificar 25 indicadores para o caso dos edifícios de serviços e 26 para o caso dos edifícios de turismo, que se considerou serem suficientes para quantificar o nível de sustentabilidade e para a promoção de práticas de sustentabilidade ao nível dos principais impactos produzidos por estes edifícios. Estes indicadores encontram-se agregados em dez categorias e três dimensões da sustentabilidade.

A distribuição dos indicadores por cada categoria foi efetuada tendo em consideração o objetivo principal da sua avaliação e utilizando uma abordagem *top down* (LÜTZKENDORF *et al.*, 2012).

Tal como pode ser observado na tabela 1, ambas as metodologias incluem uma categoria extra. Nesta categoria foram incluídos aspetos relativos à sustentabilidade do local do edifício e que embora contribuam para a sustentabilidade global do edifício não podem ser alterados por opções tomadas pelo dono de obra ou pela equipa de projeto. É caso do acesso a transportes públicos ou da proximidade a amenidades. Exatamente por possuírem esta particularidade (não podem ser facilmente alterados) estes aspetos não são contabilizados para o cálculo do nível sustentabilidade global do edifício. Contudo, a classificação do edifício ao nível desta categoria é apresentada no final da avaliação e no certificado de sustentabilidade do edifício.

Tendo em conta que os edifícios de serviços e de turismo apresentam muitas similaridades, os indicadores incluídos bem como a estrutura das metodologias de avaliação da sustentabilidade são muito semelhantes. Na tabela 1 são apresentadas as estruturas das metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios de Serviços e Turismo, bem como o respetivo sistema de pesos.

Na tabela 1 apresenta-se o peso relativo de cada dimensão, categoria e indicador de sustentabilidade desenvolvidos para as metodologias de avaliação de sustentabilidade de edifícios de serviços e de turismo. Nesta tabela verifica-se que a estrutura de ambas as metodologias difere essencialmente no que respeita aos indicadores:

- "I22 – Amenidades interiores": incluído na metodologia de avaliação de edifícios turísticos mas não incluído na metodologia de avaliação de edifícios de serviços.
- "I25 – Acessibilidade a amenidades": incluído na metodologia de avaliação de edifícios de serviços mas não incluído na metodologia de avaliação de edifícios de turismo.

A localização dos edifícios de turismo é pensada de acordo com o tipo de turismo oferecido por esse edifício. Por este motivo considera-se que não é relevante avaliar nesta metodologia o tipo de amenidades oferecidas. Considera-se mais importante avaliar o tipo de amenidades interiores oferecidas aos hóspedes numa perspetiva do conforto interior oferecido pelo edifício.

#### Descrição e objetivos de indicadores de avaliação de sustentabilidade

As metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios de serviços e de turismo possuem 25 e 26 indicadores, respetivamente, que se distribuem por 10 categorias e 3 indicadores (UNIVERSIDADE DO MINHO; ECOCHOICE, 2013). Uma categoria resume o desempenho do edifício ao nível de um aspeto chave da sustentabilidade e agrupa um conjunto de indicadores relacionados com o tema. As metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios de serviços e turismo possuem 9 categorias principais (C1 - Alterações Climáticas e qualidade do ar exterior; C2 - Biodiversidade e Uso do solo; C3 – Energia; C4 - Materiais, resíduos sólidos e gestão de recursos; C5 – Água; C6 - Conforto e saúde dos utilizadores; C7 – Acessibilidade; C8 – Segurança; C9 - Custos de ciclo de vida) e uma categoria extra (Sustentabilidade do local). O objetivo de cada indicador é sucintamente apresentado nos pontos que se seguem.

#### Dimensão Ambiental

Categoria 1 - Alterações climáticas e qualidade do ar exterior

A categoria 1 incorpora a análise de dois indicadores da sustentabilidade, através dos quais se avalia a forma como os impactos dos edifícios contribuem para as alterações climáticas e para a qualidade do ar exterior. O primeiro indicador de-

**Tabela 1** Estrutura de avaliação e sistema de pesos das metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios de turismo e de serviços

DIMENSÃO	PESO	CATEGORIA	PESO	INDICADOR	PESO (S)	PESO (T)
Ambiental	40%	C1 - Alterações Climáticas e qualidade do ar exterior	18%	I1 - Impactes ambientais de ciclo de vida	60%	60%
				I2 - Efeito ilha de calor	40%	40%
		C2 - Biodiversidade e Uso do solo	24%	I3 - Eficiência de uso do solo	44%	44%
				I4 - Localização Sustentável	30%	30%
				I5 - Proteção da biodiversidade local em fase de construção	15%	15%
				I6 - Produto de base orgânica certificados	11%	11%
				I7 - Consumo de energia	43%	43%
		C3 - Energia	25%	I8 - Energias renováveis	29%	29%
				I9 - Gestão de sistemas mecânicos	29%	29%
				I10 - Materiais reutilizados	19%	19%
		C4 - Materiais, resíduos sólidos e gestão de recursos	18%	I11 - Materiais com conteúdo reciclado	38%	38%
				I12 - Resíduos Sólidos de Construção e Demolição	10%	10%
				I13 - Gestão Ambiental	19%	19%
				I14 - Flexibilidade e Adaptabilidade	14%	14%
				I15 - Consumo de água	44%	44%
		C5 - Água	16%	I16 - Reciclagem e reutilização de água	44%	44%
				I17 - Sistema de Gestão de Águas Pluviais	11%	11%
Social	30%	C6 - Conforto e saúde dos utilizadores	80%	I18 - Qualidade do ar interior	24%	20%
				I19 - Conforto térmico	32%	27%
				I20 - Conforto lumínico	25%	21%
				I21 - Conforto acústico	19%	16%
				I22 (T) – Amenidades Interiores	-	15%
		C7 - Acessibilidade	10%	I22 (S) / I23 (T) – Plano de mobilidade	100%	100%
		C8 - Segurança	10%	I23 (S) / I24 (T) - Segurança dos ocupantes	100%	100%
Económica	30%	C9 - Custos de ciclo de vida	100%	I24 (S) / I25 (T) – Custos de ciclo de vida	100%	100%
<b>EXTRA - SUSTENTABILIDADE DO LOCAL</b>						
Sustentabilidade do local			0%	I24 (S) / I26 (T) – Acessibilidade a transportes públicos	50%	100%
				I25 (S) – Acessibilidade a amenidades	50%	0%

**Fonte** Universidade do Minho; EcoChoice, 2013

signa-se “I1: Impactes ambientais de ciclo de vida” e tem como objetivo promover a utilização de materiais e soluções construtivas que apresentem baixo impacto ambiental ao longo do seu ciclo de vida. Neste indicador é efetuada uma análise LCA (*Life Cycle Assessment*) aos materiais de construção utilizados no edifício de forma a quantificar o impacto ambiental nível das seguintes categorias de impacto ambiental: Potencial de aquecimen-

to global (GWP); Destrução da camada de ozono (ODP); Potencial de acidificação (AP); Potencial de oxidação fotoquímica (POCP); e Potencial de eutrofização (EP). Adicionalmente é ainda contabilizada a energia renovável e não renovável incorporada nos materiais de construção.

A categoria 1 inclui ainda a análise do indicador “I2 - Efeito ilha de calor” cujo objetivo passa pela

diminuição do efeito ilha de calor nas zonas urbanas, através da utilização de materiais de elevada reflectância ou de zonas verdes nos espaços exteriores dos edifícios. Tendo em conta que estes são os materiais que mais contribuem para mitigação do fenómeno ilha de calor, neste indicador é contabilizada a percentagem de área em planta do edifício cujos materiais de revestimento possuem uma reflectância superior a 60%.

#### Categoria 2 - Biodiversidade e Uso do solo

A segunda categoria, "Biodiversidade e Uso do Solo" inclui quatro indicadores. O primeiro indicador designa-se "I3 - Eficiência de uso do solo". O impacto avaliado neste parâmetro está relacionado com a forma como os edifícios ocupam o território, tendo como objetivo promover edifícios que utilizem o mínimo de área territorial possível e que ao mesmo tempo maximizem o uso das áreas construídas, prevenindo a expansão das cidades. Para tal é avaliado o índice de eficiência de ocupação territorial que tem em consideração os seguintes aspetos: área habitável, número de ocupantes do edifício, área bruta, área de implantação e área da parcela ou do lote.

No indicador "I4 - Localização Sustentável" é analisado o facto de o edifício ser ou não construído sob área previamente contaminadas ou edificadas e se este se localiza num local que possui nas suas proximidades redes de infraestruturas adequadas à sua implantação (nomeadamente, rede elétrica, rede de água e rede de esgotos). O objetivo deste indicador passa pela redução dos impactos associados à criação de novas infraestruturas e à ocupação de solos virgens.

O indicador "I5 - Proteção da biodiversidade local em fase de construção" pretende promover e premiar a implementação de medidas que permitam proteger a biodiversidade existente no local de construção do edifício. Esta promoção é feita através da premiação de situações em que, durante a fase de construção, tenham sido tomadas precauções para proteção da biodiversidade, ao nível da área ocupada pelo estaleiro, da proteção de árvores existentes no local, e da contaminação de cursos de água.

O último indicador inserido na categoria 2 é o "I6 - Produto de base orgânica certificados. Neste indi-

cador são quantificados os materiais de construção de base orgânica que possuam certificação ambiental de forma a promover a utilização dos mesmos.

#### Categoria 3 – Energia

Tendo em conta a importância que o consumo de energia nos edifícios possui ao nível das emissões de gases de efeito estufa, nesta categoria pretendem avaliar-se os principais aspetos do edifício que tem influência no consumo de energia.

No indicador "I7 - Consumo de energia" é quantificado o consumo de energia no edifício, sendo este determinado de acordo com a regulamentação energética aplicável. Com esta avaliação pretende promover-se a redução do consumo de energia nos edifícios através da utilização de soluções passivas e de equipamentos eficientes.

A categoria 8 inclui também um indicador relativo à produção de energia através de fontes renováveis (I8 - Energias renováveis). A avaliação deste aspeto passa pela quantificação da quantidade de energia produzida anualmente no edifício através de fontes renováveis.

O indicador (I9) refere-se à forma como o edifício efetua a gestão dos sistemas mecânicos. Uma adequada gestão dos sistemas mecânicos permite não só obter elevadas poupanças no consumo energético como também reduzir os custos operacionais dos edifícios. Estima-se que, em média, um edifício com uma adequada gestão dos sistemas mecânicos possua custos operacionais entre 8% a 20% inferiores a edifícios onde este processo não foi aplicado (G.S.A., 2005). O desempenho do edifício ao nível deste indicador é determinado através da quantificação de uma lista de medidas que o edifício deve verificar para cumprir determinados requisitos ao nível da gestão dos sistemas mecânicos.

#### Categoria 4 - Materiais, resíduos sólidos e gestão de recursos

Na categoria 4 são incluídos 5 indicadores relativos à utilização de materiais reciclados e reutilizados e à forma como é efetuada a gestão de resíduos sólidos e de recursos no edifício.

Os dois primeiros indicadores incluídos nesta categoria, "I10 - Materiais reutilizados", e "I11

- Materiais com conteúdo reciclado" têm como objetivo promover a reutilização de materiais na construção/reabilitação do edifício e a utilização de materiais com conteúdo reciclado. A sua quantificação é efetuada através da determinação da percentagem de materiais de construção reutilizadas (no caso do indicador 10) e com conteúdo reciclado (no caso do indicador 11).

O indicador "I12 - Resíduos Sólidos de Construção e Demolição" tem como objetivo promover a minimização da produção de resíduos de construção e a reciclagem e reutilização dos resíduos gerados.

No indicador "I13 - Gestão Ambiental" é promovida a adoção de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) e uma adequada gestão de recursos durante a fase de utilização do edifício. Para tal são valorizados edifícios que possuam um sistema de gestão ambiental ou que, não possuindo, seguem boas práticas ao nível dos seguintes aspetos: sistemas de monitorização, tratamento de resíduos sólidos, consumo de produtos em fase de utilização e formação de ocupantes.

O indicador "I14 - Flexibilidade e Adaptabilidade" promove a adoção de soluções construtivas e de processos de construção que permitam uma maior facilidade na alteração de usos do edifício. Desta forma são beneficiados edifícios que durante a fase de projeto, prevejam a adoção de boas práticas ao nível da flexibilidade e facilidade de alteração do layout dos compartimentos, dos sistemas de ventilação e climatização e dos sistemas de água e canalizações.

#### Categoria 5 – Água

A análise da categoria 5 é distribuída por três indicadores. O indicador "I15 - Consumo de água" tem como objetivo a promoção da redução do consumo de água no edifício em fase de utilização. Neste indicador é efetuada a quantificação do consumo de água total anual do edifício.

No indicador "I16 - Reciclagem e reutilização de água" é premiada a redução do consumo de água potável no interior do edifício através da utilização de dispositivos de reciclagem e reutilização de águas pluviais, freáticas ou cinzentas. Para tal é quantificada a quantidade de água que é fornecida e utilizado no edifício através deste tipo de sistemas.

Por último, esta categoria inclui a análise do indicador "I17 - Sistema de Gestão de Águas Pluviais" que pretende assegurar a recarga dos aquíferos e diminuir o caudal de ponta nos sistemas de drenagem de águas pluviais. A avaliação deste aspeto é efetuada através da análise de dois parâmetros: o índice de impermeabilização do edifício e a eficiência do sistema de drenagem de águas pluviais.

#### Dimensão Social

##### Categoria 6 - Conforto e saúde dos utilizadores

Sabendo que um edifício só poderá ser considerado sustentável se conseguir providenciar um adequado nível de conforto, promovendo desta forma as suas possibilidades de ocupação, a categoria 6 inclui a análise de 4 indicadores no âmbito dos edifícios de serviços e de 5 indicadores para os edifícios de turismo.

O indicador "I18 - Qualidade do ar interior" pretende promover a existência de um nível adequado de qualidade do ar interior (QAI). Este aspeto é analisado de forma diferente consoante se trate de um edifício existente ou de um edifício em fase de construção ou projeto. No caso de um edifício existente, é determinada a concentração de vários poluentes do ar: Partículas com diâmetro inferior a 10µm, dióxido de carbono, monóxido de carbono, ozono, formaldeído, compostos orgânicos voláteis (COVs), baterias, fungos, radão e legionella. Tratando-se de edifícios que ainda não foram construídos, na impossibilidade de serem efetuadas medições de poluentes, a qualidade do ar interior é estimada tendo por base o nível de ventilação previsto e a quantidade de materiais de acabamento com baixo conteúdo em COVs.

O indicador "I19 - Conforto térmico", pretende promover a adoção de medidas que permitam a existência de um ambiente térmico confortável no interior do edifício. A sua quantificação é efetuada através da determinação das temperaturas operativas nas estações de aquecimento e de arrefecimento.

No caso do indicador "I20 - Conforto lumínico" são promovidas medidas que permitam a existência de uma iluminação adequada no edifício. Este indicador é avaliado em duas vertentes: iluminação



natural, onde é determinado o fator luz do dia do edifício; e a iluminação artificial onde são quantificados os níveis de iluminância produzidos por luz artificial.

O indicador 21 baseia-se na análise do conforto acústico. Neste ponto é analisado o nível de conforto acústico proporcionado por diversos elementos do edifício.

Na avaliação da sustentabilidade de edifícios de turismo, nesta categoria, efetua-se ainda a análise do indicador "I22 – Amenidades Interiores". Assim, este indicador foi desenvolvido com o objetivo de promover e premiar estabelecimentos turísticos que garantam um adequado nível de conforto. A sua quantificação é efetuada através da determinação do Índice de Amenidades Interiores que avalia as amenidades e o conforto proporcionado pelo edifício turístico a nível dos seguintes pontos: climatização, áreas do edifício, estacionamento, equipamento dos quartos e instalações sanitárias, serviços e lazer.

#### Categoria 7 - Acessibilidade

Esta categoria engloba apenas um indicador denominado "Plano de mobilidade". O seu objetivo passa pela promoção de um plano de mobilidade sustentável, promovendo a circulação a pé ou de bicicleta e utilizando veículos que utilizem combustíveis com menos impactos no ambiente e promovendo medidas que permitam uma adequada mobilidade para pessoas com mobilidade condicionada. Neste indicador são analisados os seguintes aspetos do edifício: condições para acesso ao edifício a pé ou de bicicleta, promoção da utilização de outros meios de transporte menos poluentes do que o automóvel privado, acesso a pessoas com mobilidade condicionada.

#### Categoria 8 - Segurança

A categoria 8 inclui um único indicador: "Segurança dos ocupantes". O desenvolvimento deste indicador teve por base a promoção da implementação de medidas que garantam a existência de segurança dos ocupantes contra criminalidade e situações de desastres naturais e/ou incêndios. Com este indicador a segurança do edifício é avaliada no que respeita aos aspetos que se seguem: Garantia da continuação de funciona-

mento dos principais serviços dos edifícios, segurança contra incêndios e segurança pessoal dos utilizadores do edifício.

#### Dimensão Económica

##### Categoria 9 - Custos de ciclo de vida

A dimensão económica é analisada nas metodologias desenvolvidas através da quantificação de uma única categoria e de um único indicador: "Custos de ciclo de vida". Este indicador pretende promover a conceção de edifícios sustentáveis que apresentem custos de ciclo de vida semelhantes ou inferiores aos dos edifícios convencionais. Neste indicador são quantificados os custos de ciclo de vida do edifício através do somatório entre os custos de investimento e dos custos de operação associados ao consumo energético e ao consumo de água.

#### Categoria extra – Sustentabilidade do Local

Foi ainda criada uma categoria extra, que diz respeito à sustentabilidade do local onde o edifício se encontra localizado. A classificação desta categoria não interfere na determinação do nível de sustentabilidade global do edifício mas é apresentada no certificado de sustentabilidade.

O primeiro indicador da categoria extra está relacionado com a acessibilidade a transportes públicos cujo objetivo é promover e valorizar edifícios que satisfaçam a maior parte das necessidades de deslocação dos seus habitantes através do sistema de transportes públicos. Neste indicador é analisada a proximidade do edifício às paragens dos principais transportes públicos (comboio, metro, autocarro e elétrico) bem como a frequência destes serviços.

Adicionalmente, no casos dos edifícios de serviços é ainda analisado outro indicador denominado por "I25 – Acessibilidade a amenidades" e que, com o objetivo de minimizar a utilização de automóveis privados e de promover conforto dos ocupantes dos edifícios através da seleção de locais de construção com amenidades básicas nas suas imediações.

#### Definição dos métodos de cálculo e métodos de normalização

A avaliação do impacto de cada indicador selecionado é efetuado através de um método de cálculo objetivo e, sempre que possível, quantitativo, de forma a evitar a subjetividade muitas vezes cri-

ticada na avaliação da sustentabilidade de edifícios. Estes métodos de cálculo foram desenvolvidos tendo em consideração os métodos de cálculo da metodologia SBTool PT-H (MATEUS; BRAGANÇA, 2009) e SBTool, mas também as restantes metodologias internacionais analisadas, bem como outros estudos mais recentes desenvolvidos ao nível de cada aspeto em avaliação (MACHADO, 2009; BARBOSA, 2010). Adicionalmente foi sempre tido em consideração o contexto nacional português bem como a legislação existente.

De forma a se poder agregar o desempenho dos edifícios ao nível de cada indicador, foi utilizado um método de normalização com base na fórmula de Diaz-Balteiro (1) (DÍAZ-BALTEIRO; ROMERO, 2004) e utilizando benchmarks (práticas de referência) Portugueses.

$$\bar{P}_i = \frac{P_i - P_{i^*}}{P_{i^*} - P_{i^w}} \quad (1)$$

A normalização tem como objetivo fixar um valor adimensional que exprima o desempenho do edifício em avaliação em relação a edifícios de referência (*benchmarks*); resolver o problema de alguns parâmetros serem do tipo “quanto maior é melhor” e outros do tipo “quanto maior é pior”; e evitar os efeitos de escala na agregação de indicadores.

**Tabela 2** Avaliação do parâmetro normalizado

CLASSIFICAÇÃO	VALOR
A+	$\bar{P}_i > 1,00$
A	$0,70 < \bar{P}_i \leq 1,00$
B	$0,40 < \bar{P}_i \leq 0,70$
C	$0,10 < \bar{P}_i \leq 0,40$
D	$0,00 < \bar{P}_i \leq 0,10$
E	$\bar{P}_i < 0,00$

**Fonte** Universidade do Minho; EcoChoice, 2013

Através da aplicação da equação acima apresentada, o desempenho ao nível de cada parâmetro é determinado e convertido numa escala compreendida entre 0 (pior valor) e 1 (melhor valor). Desta

forma, é possível, através da escala apresentada na Tabela 2, converter este desempenho num valor qualitativo.

A definição das práticas de referência que caracterizam as melhores práticas e as práticas comuns a nível nacional foi efetuada através de análises estatísticas, do estudo de legislação e do panorama do mercado português atual.

### Sistema de pesos e método de agregação

De forma a possibilitar a agregação do desempenho de cada indicador em análise numa nota ao nível de cada categoria, dimensão e por fim numa única nota de sustentabilidade global, é necessário utilizar um sistema de pesos. No que respeita aos indicadores da dimensão ambiental, a distribuição dos pesos foi efetuada através do método TRACI que se baseia na atribuição de um nível de importância a cada indicador ao nível de três aspetos: extensão, intensidade e duração do impacto. A partir desses valores, é possível calcular a importância relativa de cada indicador em função do seu impacto no ambiente.

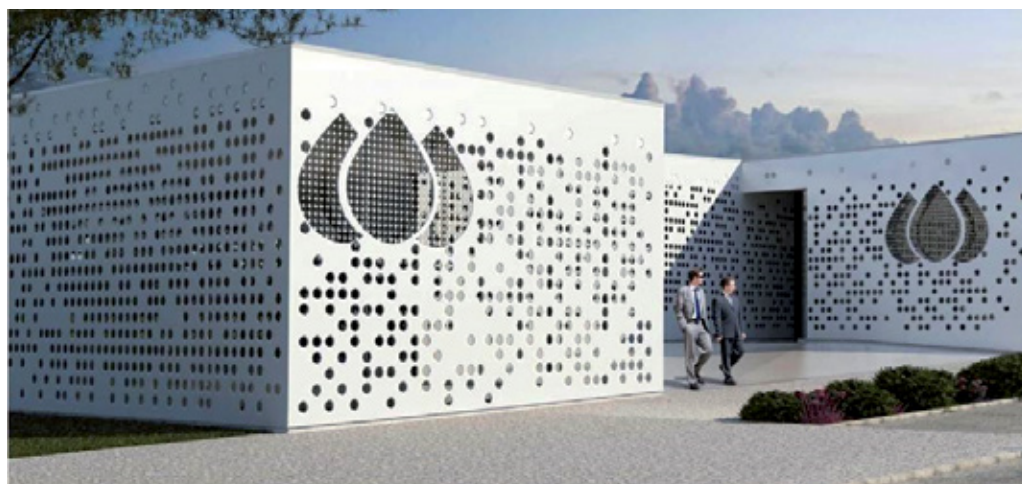
Para a atribuição de um valor à importância relativa de cada indicador social foi desenvolvida uma metodologia de base científica baseada num estudo efetuado na Universidade do Minho onde foram efetuadas medições em tempo real de parâmetros de conforto em vários edifícios que foram comparados com as respostas a entrevistas a mais de 350 pessoas que ocupavam esses espaços. Para o efeito, foram utilizadas neural networks e regressões não lineares para determinar a importância relativa dos vários fatores de conforto que por fim foram se utilizaram para determinar pesos para os principais parâmetros e conforto (MATEUS, 2009; MATEUS; BRAGANÇA, 2011).

### Aplicação a casos de estudo

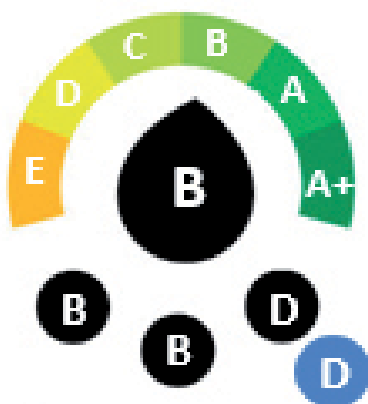
Edifício de serviços – Sede Tagusgás,  
Parque de Negócios do Cartaxo

As metodologias desenvolvidas foram testadas através da sua aplicação a casos de estudo de forma a verificar a sua aplicabilidade e viabilidade. Para a metodologia de avaliação da sustentabilidade de edifícios de Serviços foi definido como caso de estudo o projeto do Edifício Sede Tagusgás, no Parque de Negócios do Cartaxo.

**Figura 1** Vista principal do edifício da sede da Tagusgás



**Figura 2** Rótulo de apresentação do desempenho ambiental, social e económico e de sustentabilidade global do caso de estudo de edifícios de serviços



À data da realização da avaliação da sustentabilidade, este caso de estudo encontrava-se em fase de construção, pelo que a sua avaliação foi efetuada tendo por base os dados existentes em fase de projeto.

O edifício sede Tagusgás é um edifício de escritórios que possui ainda uma loja e um armazém. A área do lote de terreno é de 4080.00m<sup>2</sup> e a área de implantação, que coincide com a área bruta de construção é de 1466.00m<sup>2</sup>.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da avaliação de cada indicador e categoria e dimensão da sustentabilidade bem como da avaliação global de sustentabilidade.

De seguida são enumeradas alguns aspetos positivos e negativos que contribuíram para se atingir as classificações acima apresentadas.

#### Aspetos Positivos:

- Aplicação de painéis brancos como revestimento da cobertura e grandes áreas de espaços verdes (diminuição do efeito ilha de calor);
- Adoção de boas práticas no que respeita à proteção da biodiversidade durante a fase de construção (proteção das árvores, adequado condicionamento de materiais com possibilidade de poluir cursos de água, pequena ocupação de área com o estaleiro, etc.);
- Utilização de materiais orgânicos com certificação ambiental;
- Reutilização dos resíduos de construção com agregados para a construção do edifício;
- Adoção de um sistema de gestão ambiental certificado pela ISO14001;
- Utilização de sistemas modulares que permitem elevada flexibilidade dos espaços;
- Equipamentos de consumo de água eficientes;

- Utilização de vegetação nativa nos espaços verdes;
- Elevada permeabilidade das superfícies envolventes ao edifício.
- Boa taxa de renovação do ar (previsão de um adequado nível de qualidade do ar interior);
- Grandes áreas de envidraçados para promoção de adequados níveis de iluminação natural;
- Redução da necessidade do uso de equipamentos de ar condicionado devido a uma adequada ventilação natural;
- Promoção do uso de meios de transporte alternativos (bicicletas);
- Existência de uma estação de carga para veículos elétricos;

Aspectos negativos:

- O edifício possui um baixo desempenho ao nível da eficiência do uso do solo uma vez que possui uma elevada área de implantação e apenas um piso;
- Não é utilizado nenhum equipamento de produção de energia por fontes renováveis;
- Aplicação de poucas medidas relativas à adequada gestão dos sistemas mecânicos;
- Não é utilizado nenhum sistema de reciclagem de água.
- Custos de operação médios em relação à prática convencional;
- Custo de investimento elevados;
- Fraco acesso a transportes públicos (o edifício encontra-se inserido num parque industrial ainda em construção);
- Fraca acessibilidade a amenidades.

De acordo com os resultados obtidos, o Caso de Estudo de Serviços obtém classificação geral B e ao nível da categoria de Sustentabilidade do Local obteve classificação D. O rótulo final do sistema SBTool é apresentado na Figura 2.

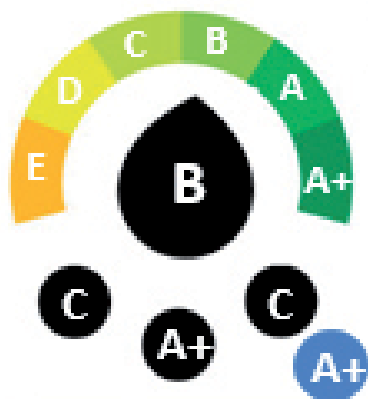
**Tabela 3** Resultados da avaliação da dimensão ambiental para o caso de estudo de serviços

AMBIENTE				B
C1. Alterações climáticas e qualidade do ar exterior				
I1	Impactes ambientais de ciclo de vida	C	B	
I2	Efeito ilha de calor	A		
C2. Biodiversidade e Uso do solo				
I3	Eficiência de uso do solo	E	B	
I4	Localização Sustentável	C		
I5	Proteção da biodiversidade local em fase de construção	A		
I6	Produtos de base orgânica certificados	A+		
C3. Energia				
I7	Consumo de energia	D	C	
I8	Energias renováveis	D		
I9	Gestão dos sistemas mecânicos	C		
C4. Materiais, resíduos sólidos e gestão de recursos				
I10	Materiais reutilizados	B	B	
I11	Materiais com conteúdo reciclado	D		
I12	Resíduos sólidos de construção	B		
I13	Plano de gestão ambiental	A		
I14	Flexibilidade e adaptabilidade	A+		
C5. Água				
I15	Consumo de água	A	B	
I16	Reciclagem e tratamento de água	D		
I17	Gestão de águas pluviais	C		
SOCIAL				
C6. Conforto e saúde dos utilizadores			B	
I18	Qualidade do ar interior	A+		B
I19	Conforto térmico	B		
I20	Conforto lumínico	A+		
I21	Conforto acústico	D		
C7. Acessibilidade				
I22	Plano de mobilidade	A	A	
C8. Segurança				
I23	Segurança dos ocupantes	B	B	
ECONÔMICA				
C9. Custos de ciclo de vida			D	
I24	Custos de ciclo de vida	D		D
SUSTENTABILIDADE DO LOCAL				
I25	Acessibilidade a transportes públicos	D	D	
I26	Acessibilidade a amenidades	D		

**Figura 3** Imagens do Hotel Tivoli Vitória



**Figura 4** Rótulo de apresentação do desempenho ambiental, social e económico e de sustentabilidade global do caso de estudo de edifícios de turismo



**Edifício de turismo - Hotel Tivoli Vitória, Vilamoura**

No caso da metodologia de avaliação da sustentabilidade de edifícios de Turismo foi definido como caso de estudo o edifício do Hotel Tivoli Vitória, em Vilamoura. Este caso de estudo trata-se de um edifício construído recentemente, pelo que a sua avaliação foi efetuada tendo por base a fase de pós-construção.

Este hotel, localizado em Vilamoura, Algarve possui uma área de construção de 25.884,47 m<sup>2</sup> e é um hotel 5 estrelas com 4 pisos.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da avaliação da sustentabilidade efetuada a Hotel Tivoli Vitória.

Tal como pode ser observado, o edifício de turismo em avaliação não apresenta uma classificação de C para a dimensão ambiental e para a dimensão económica. Contudo, após ter sido efetuada a avaliação da dimensão social verificou-se que os resultados relativos a esta eram muito bons (A+). Desta forma verificou-se que o equilíbrio entre as três dimensões da sustentabilidade permitiu que este edifício obtivesse uma classificação global de B.

Apresentam-se de seguida algumas das principais características deste edifício que levaram à obtenção das classificações acima expostas.

Aspetos positivos:

- Utilização de fontes de energia renovável;
- Utilização de sistemas de monitorização de consumo de água e energia;
- Adoção de um sistema de gestão ambiental certificado pela ISO14001;



- Implementação de algumas medidas que atribuem flexibilidade aos espaços;
- Utilização de alguns equipamentos de consumo de água eficientes;
- Boa qualidade do ar interior;
- Bom conforto térmico;
- Grandes áreas de envidraçados, favorecendo a iluminação natural;
- Rotas pedestres dedicadas a peões e parcerias com empresas de transportes públicos;
- Proximidade a um aeroporto e a paragens de autocarro.

Aspetos negativos:

- Grandes áreas de cobertura com revestimento de baixa reflectância;
- Problemas em termos de eficiência do uso do solo (áreas demasiado grandes);
- Utilização de materiais orgânicos não certificados;
- Elevadas áreas exteriores impermeabilizadas;
- Custos de ciclo de vida relativamente elevados.

O Caso de Estudo de Turismo obteve uma classificação geral B e ao nível da categoria Sustentabilidade do Local obteve classificação A+ como pode ser observado na Figura 4.

## Conclusões

Tendo em conta os elevados impactes associados aos edifícios de serviços e de turismo e também o papel social associado aos mesmos, verifica-se a necessidade de implementar práticas sustentáveis nos mesmos de forma a promover o desenvolvimento sustentável no setor da construção.

No presente capítulo foram apresentadas duas metodologias de avaliação da sustentabilidade que se destina a avaliar edifícios de serviços e de turismos. Estas metodologias foram desenvolvidas tendo por base a metodologias internacional SBTool mas a seu desenvolvimento teve em

**Tabela 4** Resultados da avaliação da sustentabilidade para o caso de estudo de edifícios de turismo

AMBIENTE			
C1. Alterações climáticas e qualidade do ar exterior			
I1	Impactes ambientais de ciclo de vida	D	C
I2	Efeito ilha de calor	C	
C2. Biodiversidade e Uso do solo			
I3	Eficiência de uso do solo	E	E
I4	Localização Sustentável	C	
I5	Proteção da biodiversidade local em fase de construção	D	
I6	Produtos de base orgânica certificados	E	
C3. Energia			
I7	Consumo de energia	C	C
I8	Energias renováveis	C	
I9	Gestão dos sistemas mecânicos	C	
C4. Materiais, resíduos sólidos e gestão de recursos			
I10	Materiais reutilizados	D	C
I11	Materiais com conteúdo reciclado	D	
I12	Resíduos sólidos de construção	D	
I13	Plano de gestão ambiental	B	
I14	Flexibilidade e adaptabilidade	A	
C5. Água			
I15	Consumo de água	B	C
I16	Reciclagem e tratamento de água	D	
I17	Gestão de águas pluviais	C	
SOCIAL			
C6. Conforto e saúde dos utilizadores			
I18	Qualidade do ar interior	A+	A+
I19	Conforto térmico	A+	
I20	Conforto lumínico	A+	
I21	Conforto acústico	B	
I22	Amenidades interiores	A	
C7. Acessibilidade			
I23	Plano de mobilidade	C	C
C8. Segurança			
I24	Segurança dos ocupantes	C	C
ECONÓMICA			
C9. Custos de ciclo de vida			
I25	Custos de ciclo de vida	C	C
SUSTENTABILIDADE DO LOCAL			
I26	Acessibilidade a transportes públicos	A+	A+

consideração diversas outras metodologias bem como o trabalho realizado pelos principais órgãos de normalização, nomeadamente a ISO e o CEN.

As metodologias foram desenvolvidas no contexto nacional português e como tal destinam-se à aplicação nesse mesmo contexto. Contudo, considera-se que este capítulo poderá fornecer uma boa base de trabalho para o desenvolvimento de outras metodologias noutros contextos com as devidas adaptações.

As ferramentas desenvolvidas foram aplicadas a casos de estudo. Através destes foi possível ajustar alguns aspetos das metodologias e verificar que estas são facilmente aplicáveis e permitem quantificar de forma justa e objetiva o nível de sustentabilidade de edifícios de serviços e de turismo.

## Referências

- ALYAMI, S. H.; REZGUI, Y. Sustainable building assessment tool development approach. **Sustainable Cities and Society**, v. 5, p. 52-62, 2012.
- BARBOSA, J. A. **Desenvolvimento de uma metodologia de avaliação de sustentabilidade de edifícios de serviços**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil. Guimarães, Universidade do Minho, Guimarães, 2010.
- BARBOSA, J. A. et al. Adaptation of SBToolPT to office buildings. **International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development**, v. 4, p. 89-97, 2013.
- BRAGANÇA, L.; MATEUS R. Improving the design of a residential building using the Portuguese rating system SBToolPT. In: INTERNATIONAL CONFERENCE SUSTAINABILITY OF CONSTRUCTIONS TOWARDS A BETTER BUILT ENVIRONMENT, 2011, Innsbruck. **Anais...** Malta: University of Malta. Faculty for the Built Environment, 2011. p. 197-204.
- BRAGANÇA, L.; VIEIRA, S. M.; ANDRADE, J. B. Early Stage Design Decisions: The Way to Achieve Sustainable Buildings at Lower Costs. **The Scientific World Journal**, v. 2014, 2014.
- BREEAM. **Building Research and Consultancy's Environmental Assessment Method**. 2015. Disponível em: <<http://www.breeam.org>>. Acesso em: 24 set. 2015.
- CASBEE. **Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency**. 2015. Disponível em: <<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/overviewE.htm>>. Acesso em: 24 set. 2015.
- DEERY, M., et al. Rethinking social impacts of tourism research: A new research agenda. **Tourism Management**, v. 33, p. 64-73, 2012.
- DÍAZ-BALTEIRO, L.; ROMERO C. In search of a natural systems sustainability index. **Ecological Economics**, v. 49, n. 3, p. 401-405, 2004.
- DING, G. K. C. Sustainable construction - "The role of environmental assessment tools. **Journal of Environmental Management**, v. 86, n. 3, p. 451-464, 2008.
- EPA. **United States Environmental Protection Agency - Questions About Your Community: Indoor Air**. 2013. Disponível em: <<http://www.epa.gov/region1/communities/indoorair.html>>. Acesso em: 23 set. 2015.
- ERLANDSSON, M.; BORG M. Generic LCA-methodology applicable for buildings, constructions and operation services-today practice and development needs. **Building and Environment**, v. 38, n. 7, p. 919-938, 2003.
- EU. **Energy and Transport Trends 2030: Update 2007**. Belgium: European Communities, 2008.
- **European Union Energy and Transport in Figures – 2009 Edition**. Luxembourg: European Communities, 2009.
- **European Commission, Press Release Database - Indoor air pollution: new EU research reveals higher risks than previously thought**. Disponível em: <[http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-03-1278\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-03-1278_en.htm)>. Acesso em: 23 set. 2015.
- G.S.A. The building commissioning guide, United States General Services Administration. 2005.
- HAAPIO, A.; VIITANIEMI P. A critical review of building environmental assessment tools. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 28, n. 7, p. 469-482, 2008.
- HQE. **Haute Qualité Environnementale**. 2013. Disponível em: <<http://www.behqe.com/>>. Acesso em: 24 set. 2015.
- IISBE. **SB Method and SBTool**. 2015. Disponível em: <<http://iisbe.org/sbmethod>>. Acesso em: 24 set. 2015.

INE; LNEC, Eds. O Parque habitacional e a sua reabilitação - análise e evolução 2001-2011. 2013.

LI, Z. A new life cycle impact assessment approach for buildings. **Building and Environment**, v. 41, n. 10, p. 1414-1422, 2006.

LÜTZKENDORF, T., et al. New trends in sustainability assessment systems - based on top-down approach and stakeholders needs. **International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development**, 2012.

MACHADO, C. **Desenvolvimento de uma Metodologia de avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Turismo**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil. Guimarães, Universidade do Minho, Guimarães, 2009.

MACHADO, C.; MATEUS, R.; BARBOSA, J. A., BRAGANÇA, L. Contributo para o Módulo de Turismo da Metodologia SBToolPT. In: BRAGANÇA, L. et al. (Eds). **Portugal SB 10: Sustainable Building Affordable to All, Low Cost Sustainable Solutions**. Vila-moura - Portugal, 2010. p. 565-572.

MATEUS, R. **Avaliação da sustentabilidade da construção - Propostas para o desenvolvimento de edifícios mais sustentáveis**. 2009. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil. Guimarães, Universidade do Minho, Guimarães, 2009.

MATEUS, R.; BRAGANÇA, L. **Guia de Avaliação SB-Tool pt** - H, iiSBE Portugal. 2009.

----- Sustainability assessment and rating of buildings: Developing the methodology SB-ToolPT-H. **Building and Environment**, v. 46, n. 10, p. 1962-1971, 2011.

ORTIZ, O. et al. Sustainability based on LCM of residential dwellings: A case study in Catalonia, Spain. **Building and Environment**, v. 44, n. 3, p. 584-594, 2009.

UNIVERSIDADE DO MINHO; ECOCHOICE. **Manual de Avaliação - Metodologia para Serviços**. Relatório Final do Projeto "SBTool PT STP - Ferramenta para a avaliação e certificação da sustentabilidade da construção". 2013.

----- **Manual de Avaliação - Metodologia para Turismo**. Relatório Final do Projeto "SB-Tool PT STP - Ferramenta para a avaliação e cer-

tificação da sustentabilidade da construção". 2013.

USGBC. **LEED - US Green Building Council**. 2015. Disponível em: <<http://www.usgbc.org/leed>>. Acesso em: 24 set. 2015.

WTO. World Tourism Organization (WTO), **Annual report 2011**, World Tourism Organization. 2012.