



## AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS URBANAS UM ESTUDO DE CASO

**Stefano Saraiva Gomes**

*Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Guimarães, Portugal, [gomesstefano@gmail.com](mailto:gomesstefano@gmail.com)*

**José Amarílio Barbosa**

*Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Guimarães, Portugal, [jabarbosa@civil.uminho.pt](mailto:jabarbosa@civil.uminho.pt)*

**Luís Bragança**

*Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Guimarães, Portugal, [braganca@civil.uminho.pt](mailto:braganca@civil.uminho.pt)*

**RESUMO.** Tendo em conta os impactes ambientais e sociais associados ao sector da construção, várias ferramentas de avaliação de sustentabilidade têm vindo a ser desenvolvidas desde os anos noventa do século vinte. As primeiras ferramentas que surgiram no mercado foram o BREEAM, LEED e GBTool (agora SBTool). Estas foram desenvolvidas para avaliar e certificar edifícios de acordo com o seu desempenho em diversas categorias e indicadores. Após cerca de vinte anos depois, o conhecimento científico sobre este tipo de ferramentas está mais desenvolvido e amadurecido. Recentemente, têm surgido novas ferramentas direcionadas para a avaliação de áreas urbanas mais abrangentes, tais como bairros, comunidades e até mesmo cidades. Alguns estudos recentes indicam que a maioria dessas ferramentas, com base nas suas antecessoras, tem alguns problemas relativamente à avaliação da sustentabilidade de áreas urbanas, mais ou menos abrangentes. Deste modo, um dos objetivos deste trabalho é efetuar uma análise de cada uma das ferramentas de avaliação propostas para identificação de eventuais problemas. A análise consistiu na verificação processo de avaliação e respetivos valores de referência, bem como o sistema de pesos. Em seguida, foi realizada uma aplicação de uma dessas ferramentas a um caso de estudo a fim de verificar as inconsistências e ilustrar os resultados de sustentabilidade obtidos. Por fim, os resultados obtidos e os problemas identificados foram utilizados para apresentar algumas orientações e boas práticas de projeto para o desenvolvimento das ferramentas de avaliação da sustentabilidade de áreas urbanas novas e existentes, permitindo que estas sejam mais adequadas ao contexto local e à realidade da escala a que se propõem e dentro da qual se pretende avaliar a sustentabilidade urbana.

**Palavras Chave:** Sustentabilidade Urbana; Avaliação de Sustentabilidade; Ferramentas de Avaliação.



## 1. Introdução

Atualmente o mundo enfrenta vários problemas sociais, ambientais e económicos, esses problemas resultam principalmente da conjugação de fatores como o forte aumento da população mundial, uso abusivo dos recursos naturais existentes e poluição da atmosfera, solo e água. O tema de desenvolvimento sustentável começou a surgir na segunda metade do século XX, quando se começou a ter consciência da degradação provocada pelas políticas de desenvolvimento no meio ambiente. Com o Desenvolvimento Sustentável, pretende-se corrigir o rumo de desenvolvimento atual com a integração de questões ligadas, por exemplo, à proteção do meio ambiente e com as preocupações pelas gerações futuras. Para além destas preocupações, o desenvolvimento sustentável inclui preocupações com a qualidade de vida, a equidade de pessoas no presente, a equidade entre gerações e preocupações com as problemáticas sociais (Brundtland et al., 1987). Apesar do setor da indústria da construção ser dos setores mais importantes, em termos económicos, sociais e ambientais na Europa, esta recorre excessivamente aos processos de construção tradicionais e à mão de obra não qualificada, caracterizando-se ainda pelo excessivo consumo de matérias-primas, de recursos energéticos não renováveis e pelo excesso de produção de resíduos (Bragança & Mateus, 2005)

Normalmente, os parâmetros que servem de apoio à avaliação da sustentabilidade estão relacionados de uma forma ou de outra com os seguintes objetivos: redução da utilização de energia e materiais não renováveis; redução do consumo de água; redução da produção de emissões, resíduos e outros poluentes (Bragança & Mateus 2006). A avaliação da sustentabilidade deve ter em conta diversos fatores como a situação política, cultural, social e económica do local onde esta irá ser aplicada. Atualmente, nenhuma das ferramentas ou sistemas de avaliação desenvolvidos é universalmente aceite, devido às diferenças culturais e ideológicas com que são olhados os fatores acima descritos mas também devido da subjetividade associada ao conceito de “sustentável” (Mateus, 2009).

Atualmente a avaliação do edifício unicamente não é suficiente (Barbosa, Bragança, & Mateus, 2013; Haapio, 2012). Um edifício pode ser energeticamente eficiente, ser construído com materiais com baixo impacte ambiental, produzir poucos resíduos, mas, no entanto, tudo isso não é suficiente para que o edifício possa ser considerado sustentável (Bragança, Araújo, Castanheira, Barbosa, & Oliveira, 2013). Ao longo das últimas quatro décadas a incorporação da dimensão urbana foi ganhando importância no paradigma de desenvolvimento, tendo sido reconhecido que as ameaças ambientais mais graves foram acentuadas pela alta densidade populacional e atividade urbana (Barbosa, Araújo, Bragança, & Mateus, 2015; Barbosa, Araújo, Mateus, & Bragança, 2016). Deste modo diferentes métodos e instrumentos de avaliação de sustentabilidade urbana têm sido desenvolvidos para procurar como as cidades se podem tornar mais sustentáveis (Rosales 2011).

Entretanto diversos métodos e ferramentas para a avaliação da sustentabilidade urbana foram desenvolvidas, entre estes estão CASBEE-UD (Comprehensive Assessment



System for Building Environmental Efficiency for Urban Development), BREEAM Communities (Building Research Establishment Environmental Assessment Method for Communities), LEED-ND (Leadership in Energy & Environmental Design Neighborhood Development), EarthCraft Communities, Green Star e SBTTool PT-PU (Sustainable Building Tool Portugal - Planeamento Urbano). Estas metodologias de avaliação possuem no entanto alguns problemas já identificados. Um dos principais problemas identificados prende-se com o âmbito de aplicação, visto que todas as ferramentas foram desenvolvidas para avaliar a sustentabilidade de pequenos projetos urbanos, utilizando normas locais e, portanto, sendo difícil a sua aplicação no contexto internacional (Barbosa, Bragança, & Mateus, 2014). Outro dos problemas identificados prende-se com a definição de sustentabilidade por parte das diferentes ferramentas, visto que para o estudo de um mesmo projeto urbano com as diversas metodologias de avaliação de sustentabilidade urbana se obtêm diversas classificações (Barbosa, Bragança, & Mateus, 2014; Ameen, Mourshed et al. 2015).

Já existem estudos e recomendações para a continuação do desenvolvimento dos sistemas de avaliação de sustentabilidade. Esses desenvolvimentos passam pela definição mais ampla e precisa do termo sustentabilidade, a especificação de objetivos de sustentabilidade globais, a adaptação dos métodos e ferramentas de análise ao objeto de estudo e vice-versa, entre outros (Barbosa, Bragança, & Mateus, 2014; Guimarães, Barbosa, & Bragança, 2016; Lützkendorf, Hájek et al., 2012).

## **2. Metodologia**

A elaboração deste artigo tem como objetivo a análise das ferramentas de avaliação de sustentabilidade urbana BREEAM Communities, LEED-ND e SBTTool PT-PU, sendo que para este último foi também analisada a sua implementação com a avaliação a um caso de estudo, realizado a uma zona urbana da cidade de Braga.

### **2.1 Descrição de Caso de Estudo**

O local escolhido como caso de estudo é a área das Sete Fontes em Braga. A zona em estudo está inserida numa elevação contínua da área consolidada da cidade que separa os vales do Cávado e do Este e caracteriza-se pela existência de diversos cumes e pelo desenho de dois pequenos vales: um que se volta a norte para a freguesia de Adaúfe; outro, orientado para a cidade, que corresponde precisamente ao local das Sete Fontes, integrando a bacia do Rio Este. A oeste deste último, a elevação desenvolve-se no sentido da cidade, apresentando uma pendente mais ténue até sensivelmente ao local onde se situou outrora o Fórum de Bracara Augusta, assumindo a partir daqui uma pendente com mais expressão no local que corresponde hoje à Colina da Cidade.

Esta zona urbana possui uma área de cerca 253,11 ha, que inclui as zonas urbanizáveis entre o Hospital de Braga e a Estrada Municipal 590, as áreas verdes existentes a Norte do Campus Universitário de Gualtar, as áreas adjacentes à Rua da Quinta da Armada (Bairro da Alegria), os loteamentos do Areal de Baixo contíguos à Circular Norte, as áreas



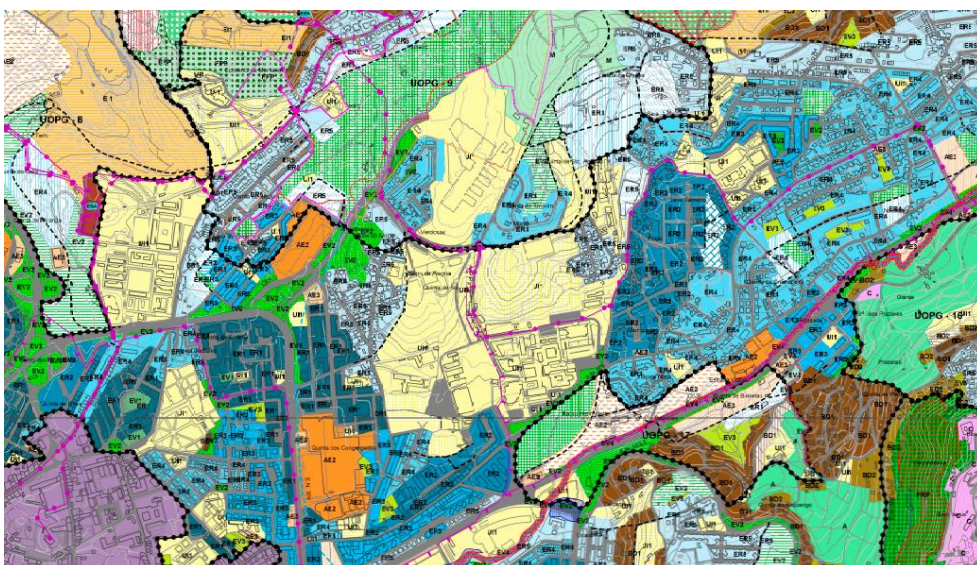


adjacentes ao Caminho Municipal 1289, à exceção do Quartel, abrangendo o cume onde se localiza o Convento de Montariol, a zona de Atividades Económicas das Sete Fontes e o Monte do Pedroso. Assim, a zona urbana em estudo compreende as áreas das freguesias de S. Vítor e Gualtar, em Braga.

A grande maioria das parcelas cadastrais é privada. Contudo, existem algumas áreas verdes resultantes de cedências de loteamentos afetas ao domínio público municipal e de caminhos públicos que servem de acesso às propriedades. A Figura 1 apresenta os limites do caso de estudo apresentado neste artigo e a Figura 2 apresenta o zoneamento da área em estudo com classificações fornecidas pela Câmara Municipal de Braga.



**Figura 1. - Limites do caso de estudo**



**Figura 2 - Classificação urbanística da área do caso de estudo pela CM Braga**



### 3. Metodologias de Avaliação de Sustentabilidade Urbana

#### 3.1 BREEAM Communities

O BREEAM foi desenvolvido em 1990 no Reino Unido tendo sido o primeiro método de avaliação de sustentabilidade de edifícios. Esta ferramenta foi desenvolvida com o objetivo de trazer um valor mais sustentável à construção de edifícios, recorrendo para isso ao uso de recursos naturais disponíveis. Atualmente estima-se que cerca de 2 milhões de edifícios se tenham inscrito para a avaliação desde o seu lançamento (UKCONSTRUCION, 2016).

O BREEAM Communities, ferramenta para a avaliação de sustentabilidade urbana, foi apresentada em 2009, podendo ser aplicada para projetos que possam ter impactos significativos sobre as comunidades existentes, infraestruturas ou a prestação de serviços locais, podendo também ser utilizado para projetos de regeneração urbana, onde sejam previstas alterações significativas do tecido urbano (BREEAM, 2016). Como as demais ferramentas a BREEAM Communities, para ser utilizada em outras regiões, deve ser adaptada, visto que depende de normas nacionais, regulamentos, códigos de construção, património cultural, modos de vida e cultura construtiva do Reino Unido (Haapio 2012).

A avaliação através da BREEAM Communities é dividida em 3 passos/etapas, onde é feita a análise de diversos indicadores com diferentes pesos, divididos por diferentes categorias, são avaliados e depois somados. Estas categorias são Governança, Bem-estar Social e Económico, Recursos e Energia, Usos de solo e Ecologia e Transporte e Movimentação e Inovação, sendo que esta última não possui nenhum indicador para ser avaliado mas serve para dar uma bonificação no final da avaliação de cada categoria em 1% até um máximo de 7%.

O primeiro(a) passo/etapa inicia-se com a avaliação dos princípios base do projeto, começando pela escolha do local e a análise de um estudo detalhado dos problemas existentes de modo a conhecer as possíveis oportunidades que o projeto poderá aproveitar e qual o impacto que esse mesmo projeto urbano poderá ter sobre a comunidade em geral. Alguns dos compromissos assumidos neste momento de avaliação serão verificados nos passos seguintes, ou seja, será feita posteriormente uma avaliação à implementação destes mesmos compromissos.

O segundo passo está relacionado com a avaliação do desenho do desenvolvimento. Neste passo são avaliadas as opções de projeto tomadas com o objetivo de suprimir as necessidades da comunidade e ao mesmo tempo aproveitar as oportunidades verificadas. Para a análise e avaliação dos indicadores contidos neste passo é necessário realizar estudos sobre diversos temas, como o risco de inundação, a demografia, os transportes, entre outros.

O terceiro passo está relacionado com a avaliação dos “detalhes do projeto”, com a avaliação de questões relacionadas com os materiais utilizados na construção, a existência do design inclusivo, o paisagismo entre outros. O projeto de desenvolvimento urbano, mediante a sua avaliação, obtém uma classificação de sustentabilidade, que



poder ir do “Excepcional”, caso obtenha um resultado igual ou acima dos 85%, até a “Não classificável” no caso de obter um resultado igual ou inferior a 30%. A Tabela 1 apresenta a lista de indicadores utilizados na metodologia BREEAM Communities.

**Tabela 1 - Lista de indicadores da BREEAM Communities (BRE, 2012)**

Passos	Categoria	Indicador	Peso	Créditos	
1º Passo	Governança	GO 01 - Plano de Consulta	2,3%	1	
	Bem-Estar Social e Economico	SE 01 - Impacto económico	8,9%	2	
		SE 02 - Prioridades e necessidades Demográficas	2,7%	1	
		SE 03 - Avaliação dos riscos de Inundação	1,8%	2	
		SE 04 - Poluição Sonora	1,8%	3	
	Recursos e Energia	RE 01 - Estratégias Energéticas	4,1%	11	
		RE 02 - Edifícios e Infraestruturas existentes	2,7%	2	
		RE 03 - Estratégia de Agua	2,7%	1	
	Uso do Solo e Ecologia	LE 01 - Estratégia Ecológica	3,2%	1	
		LE 02 - Uso da terra	2,1%	3	
	Transporte e Movimento	TM 01 - Avaliação dos Transportes	3,2%	2	
	2º Passo	Governança	GO 02 - Consulta e Participação	3,5%	2
			GO 03 - Revisão do Projeto	2,3%	2
Bem-Estar Social e Economico		SE 05 - Provisão de habitação	2,7%	2	
		SE 06 - Entrega de serviços, instalações e comodidades	2,7%	7	
		SE 07 - Domínio Publico	2,7%	2	
		SE 08 - Microclima	1,8%	3	
		SE 09 -Utilitários	0,9%	3	
		SE 10 - Adaptação às alterações de climáticas	2,7%	3	
		SE 11 - Infraestruturas Verdes	1,8%	4	
		SE 12 -Parques locais	0,9%	1	
		SE 13 - Gestão do risco de inundação	1,8%	3	
Uso do Solo e Ecologia		LE 03 - Poluição da água	1,1%	3	
		LE 04 - Valorização do valor ecológico	3,2%	3	
		LE 05 - Paisagem	2,1%	5	
Transporte e Movimento		TM 02 - Trajetos Seguros e Apelativos	3,2%	4	
	TM 03 - Rede de ciclovias	2,1%	1		
	TM 04 - Acesso ao transporte Publico	2,1%	4		
3º Passo	Governança	GO 04 - Gestão Comunitária de Instalações	1,2%	3	
	Bem-Estar Social e Economico	SE 14 - Local vernacular	0,9%	2	
		SE 15 - Design Inclusivo	1,8%	3	
		SE 16 - Poluição luminosa	0,9%	3	
		SE 17 - Trabalho e capacidades	5,9%	3	
	Recursos e Energia	RE 04 - Construções Sustentáveis	4,1%	6	
		RE 05 - Materiais de Baixo Impacto	2,7%	6	
		RE 06 - Eficiência dos Recursos	2,7%	4	
		RE 07 - Emissões de Carbono dos Transportes	2,7%	1	
	Uso do Solo e Ecologia	LE 06 - Aproveitamento das águas pluviais	1,1%	3	
	Transporte e Movimento	TM 05 - Ciclovias	1,1%	2	
		TM 06 - Transportes Públicos	2,1%	2	





### 3.2 LEED-ND

O LEED é um método de avaliação norte-americano lançado em Março de 2000 pela organização não-governamental U.S. Green Building Council, fundada em 1993 com o intuito de promover a sustentabilidade na indústria da construção (USGBC, 2016). O LEED-ND foi lançado em 2010, reconhecendo a existência dos vários problemas relacionados com o rápido crescimento urbano e com a escassez de recursos, juntamente com a consciência de que a indústria de concepção e construção já tinha o conhecimento, ferramentas e tecnologia para transformar edifícios. A metodologia de avaliação de sustentabilidade urbana estende a energia de LEED e das normas ambientais à escala urbana. Sendo que os seus princípios seguem os princípios do chamado “Novo Urbanismo” e são inspirados pelo design do bairro tradicional (Boeing, Church, Hubbard, Mickens, & Rudis, 2014).

A avaliação através da ferramenta da avaliação de sustentabilidade LEED-ND é feita com a análise e caracterização de diversos indicadores, divididos por 5 categorias. Estas categorias são Projeto e Padrão de Bairro (NPD), Localização Inteligente e Articulação (SLL), Infraestruturas e Edifícios Verdes (GIB), Inovação (IN) e Prioridade Regional (RP). Cada categoria possui indicadores de avaliação que são obrigatórios, isto é, devem ser cumpridos, mas não servem para a atribuição de créditos, e outros opcionais que são oferecem créditos para a obtenção de um nível de certificação de sustentabilidade urbana.

A LEED-ND oferece 2 modelos de avaliação de sustentabilidade urbana distintos, a LEED-ND: Plan, é usada em projetos urbanos que se encontrem numa fase de planeamento ou numa fase em que tenha menos de 75% da sua área total de construção já construída, e a LEED-ND: Built Project, para a avaliação de projetos urbanos já concluídos. De notar que os sistemas têm requisitos de créditos idênticos mas divergem na exigência de documentação (USGBC, 2014). A classificação é obtida através da soma dos créditos recolhidos ao longo da avaliação, possuindo 4 categorias de classificação, “Certificada” onde o projeto obtém 40 a 49 de créditos, “Prata” onde o projeto obtém 50 a 59 de créditos, “Ouro” onde o projeto obtém 60 a 79 de créditos e “Platina” onde o projeto obtém 80 créditos ou mais.



**Tabela 2 - Lista de indicadores da LEED-ND**

<b>Categoria</b>	<b>Indicador</b>	<b>Créditos</b>
Localização	SLL - Preferências de Localização	10
Inteligente e	SLL - Remediação de áreas degradadas	2
Articulação	LT - Acesso à qualidade de trânsito	7
(SLL)	LT - Facilidades para Bicicletas	2
	SLL - Proximidade trabalho-habitação	3
	SLL - Proteção de encostas íngrimes	1
	SLL - Projeto do local para conservação de habitats, zonas húmidas e massas de água	1
	SLL - Restauração de habitats, zonas húmidas e massas de água	1
	SLL - Conservação e gestão a longo prazo de habitats, zonas húmidas e massas de água	1
Projeto e	NPD - Ruas tranquilas	9
Padrão de	NPD - Desenvolvimento Compacto	6
Bairro (NPD)	NPD - Bairros de uso misto	4
	NPD - Tipos de Habitação e Acessibilidade	7
	LT - Reduzida Pegada de Estacionamento	1
	NPD - Comunidades Relacionadas e Abertas	2
	NPD - Facilidades de Trânsito	1
	NPD - Gestão da Procura Transporte	2
	NPD - Acesso a espaço público e cívico	1
	NPD - Acesso a Instalações de Recreação	1
	NPD - Visitabilidade e Conceção Universal	1
	NPD - Assistência Comunitária e Envolvimento	2
	NPD - Produção Local de Alimentos	1
	NPD - Espaços Urbanos Sombreados e Arborizados	2
	NPD - Escolas de Bairro	1
Infraestruturas e Edifícios Verdes (GIB)	GIB - Edifícios verdes certificados	5
	GIB - Performance Energética Ótima	2
	GIB - Redução do Consumo de Água Interior	1
	GIB - Redução do Consumo de Água Exterior	2
	GIB - Reuso de Edifícios	1
	GIB - Preservação dos Recursos Histórico e Reutilização Adaptativa	2
	GIB - Distúrbio Minimizado do Local	1
	GIB- Gestão de Águas Pluviais	4
	GIB - Redução da Ilha de Calor	1
	GIB - Orientação Solar	1
	GIB- Produção de Energia Renovável	3
	GIB- Aquecimento e Arrefecimento	2
	GIB - Eficiência Energética de Infraestruturas	1
	GIB - Gestão de Efluentes	2
	GIB - Reciclagem e Reutilização de Infraestruturas	1
	GIB - Gestão de Resíduos Sólidos	1
	GIB - Redução da Poluição Luminosa	1
Inovação (IN)	IN - Inovação	5
	IN - Profissional Acreditado LEED	1
Prioridade Regional (RP)	RP - Prioridade Regional	4





## 3.3 SBTool PT-PU

A ferramenta de avaliação de sustentabilidade SBTool foi criada no Canadá pela organização não-governamental iiSBE (Internacional Initiative for a Sustainable Built Environment) com o objetivo de criar um sistema de avaliação de desempenho ambiental de edifícios ao nível internacional (iiSBE, 2016).

**Tabela 3 - Lista de indicadores da metodologia SBTool PT-PU**

Dimensão		Categoria		Indicador	Peso		
Ambiental	50%	Forma Urbana	20%	I-1 Planeamento Solar Passivo	34%		
				I-2 Potencial de Ventilação	33%		
				I-3 Rede Urbana	33%		
		Uso do Solo e Infraestruturas	15%			I-4 Aptidões Naturais do Solo	26%
						I-5 Densidade e Flexibilidade de Usos	14%
						I-6 Reutilização de Solo Urbano	23%
						I-7 Reabilitação do Edificado	17%
						I-8 Rede de Infraestruturas Técnicas	20%
		Ecologia e Biodiversidade	20%			I-9 Espaços Verdes	26%
	I-10 Conectividade de Espaços Verdes:					29%	
	I-11 Vegetação Autóctone:					29%	
	I-12 Monitorização Ambiental:					16%	
	Energia	15%			I-13 Eficiência Energética	41%	
					I-14 Energias Renováveis	36%	
					I-15 Gestão Centralizada de Energia	23%	
	Água	15%			I-16 Consumo de Água Potável	40%	
					I-17 Gestão de Efluentes	40%	
					I-18 Gestão Centralizada da Água	20%	
Materiais e Resíduos	15%			I-19 Impacte dos Materiais	39%		
				I-20 Resíduos de Construção e Demolição	22%		
				I-21 Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos	39%		
Social	30%	Conforto Exterior	20%	I-22 Qualidade do Ar	23%		
				I-23 Conforto Térmico Exterior	32%		
				I-24 Poluição Sonora	18%		
				I-25 Poluição Luminosa	27%		
		Segurança	10%			I-26 Segurança nas Ruas:	50%
						I-27 Riscos Naturais e Tecnológicos	50%
	Amenidades	25%			I-28 Proximidade a Serviços	37%	
					I-29 Equipamentos de Lazer	37%	
					I-30 Produção Local de Alimentos	26%	
	Mobilidade	25%			I-31 Transportes Públicos	35%	
					I-32 Acessibilidade Pedestre	30%	
					I-33 Rede de Ciclovias	35%	
Identidade Local e Cultural	20%			I-34 Espaços Públicos	42%		
				I-35 Valorização do Património	26%		
				I-36 Integração e Inclusão Social	32%		
Económica	20%	Emprego e Desenvolvimento Económico	100%	I-37 Viabilidade Económica	35%		
				I-38 Economia local	35%		
				I-39 Empregabilidade	30%		
Pontos Extra	5%	Inovação	100%	I-40 Edifícios Sustentáveis	44%		
				I-41 Tecnologias de Informação e Comunicação	56%		



Para a avaliação da sustentabilidade urbana em Portugal a associação sem fins lucrativos iiSBE Portugal (Iniciativa Internacional para a Sustentabilidade do Ambiente Construído), em parceria com o LFTC da Universidade do Minho (Laboratório de Física e Tecnologias das Construções) e com a empresa Ecochoice Lda. desenvolveu a ferramenta de avaliação de sustentabilidade urbana SBTool PT-PU (Sustainable Building Tool Portugal - Planeamento Urbano) baseada na adaptação à realidade portuguesa, do sistema de avaliação e reconhecimento da sustentabilidade desenvolvidos pelo iiSBE internacional (Bragança and Mateus 2009). A Tabela 3 apresenta a lista de indicadores da metodologia SBTool PT-PU.

A avaliação da sustentabilidade urbana com a SBTool PT-PU é realizada com a avaliação de quarenta e um indicadores divididos por catorze categorias, organizadas em três dimensões (Ambiental, Social e Económica). Esses indicadores, são avaliados com a aplicação de expressões matemáticas ou com a atribuição de pontos através de listas de verificações que, após um processo de normalização, permite a atribuição de uma classificação que vai de E (valor mínimo correspondente a um desempenho normal, ou seja, a uma “Prática Convencional”) até A+ (valor máximo correspondente a um desempenho excecional, melhor do que a “Melhor Prática” que é possível utilizar com as tecnologias e os conhecimentos atuais).

### **3.4 Análise comparativa de soluções**

Uma análise comparativa das metodologias de avaliação de sustentabilidade urbana permitiu concluir que estas ferramentas partilham alguns problemas que também são encontrados na literatura referente a metodologias de avaliação de sustentabilidade de edifícios, principalmente aqueles associados a uma abordagem *bottom-up*. As principais dificuldades encontradas prendem-se com a parca definição de sustentabilidade associada a problemas na definição de âmbito de aplicação; problemas relacionados com grandes diferenças nas estruturas de avaliação das diferentes metodologias, o que as torna difíceis de comparar; alguns problemas com a neutralidade na avaliação de alguns indicadores em que não se avaliam questões de sustentabilidade mas sim questões da utilização de certas ferramentas complementares em detrimento de outras; redundância de indicadores; e dificuldades na definição de um sistema de pesos que reflita as implicações ambientais, sociais e económicas de cada metodologia e ferramenta (Guimarães, Barbosa & Bragança, 2016).

## **4. Análise de Resultados e Discussão**

### **4.1 Avaliação de metodologias de avaliação**

#### **BREEAM**

Apos a análise desta metodologia de avaliação de sustentabilidade foram encontradas as seguintes falhas:



- Encontrou-se um possível erro nos pesos dos indicadores, pois a soma de todas as percentagens totaliza 100,3%.
- Verificou-se que existe conflito de interesse na metodologia pois possui parâmetros de atribuição de créditos que invocam outras ferramentas de avaliação da sustentabilidade, desenvolvidas pela mesma entidade desenvolvedora da BREEAM Communities. Um exemplo disso está no indicador “RE 04 Sustainable buildings”, a atribuição de 3 a 6 créditos extras serão feitas tendo como base se os edifícios dessa zona foram avaliadas com a “BREEAM rating” (ferramenta de avaliação de sustentabilidade para habitações) ou pela “Code for Sustainable Homes rating” e a classificação de sustentabilidade por estas atribuídas. Será que edifícios avaliados por outras ferramentas não podem ser consideradas tão ou mais sustentáveis que as avaliadas por estas ferramentas?

## LEED

Após a análise desta metodologia de avaliação de sustentabilidade foram encontradas as seguintes falhas:

- Alguns dos indicadores estão repetidos, sendo que uns têm caráter obrigatório e outros de atribuição de créditos. De modo a simplificar talvez fosse boa ideia juntar os indicadores e colocar os requisitos dos critérios ditos obrigatórios como pré-requisitos dos indicadores com atribuição de créditos.
- Apesar de ao contrário da BREEAM oferecer a oportunidade de utilização da metodologia em projetos concebidos fora dos Estados Unidos, no entanto obriga o utilizador a ter conhecimento da legislação / normalização americana de modo a ser possível fazer a “comparação/transição” para as normas do país/região onde o projeto se localiza.
- A metodologia está muito apegada às normas da ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers) obrigando ao seu conhecimento detalhado e à sua aplicação na análise da sustentabilidade do projeto urbano.
- A metodologia não avalia de forma explícita a parte económica do projeto urbano, a qual é um dos pilares da sustentabilidade e fundamental na avaliação de qualquer projeto.

## SBTool PT-PU

Após a análise desta ferramenta de avaliação de sustentabilidade e da sua aplicação ao caso de estudo, foram encontradas as seguintes limitações:

- A principal dificuldade está relacionada com o “excessivo rigor” da metodologia. Na prática, só projetos/desenvolvimentos urbanos com um desempenho excecional é conseguem alcançar a classificação máxima A+, uma vez que esta metodologia define para todos os indicadores como *Benchmark* de “Melhor Prática” as mais avançadas tecnologias e conhecimentos que é possível utilizar atualmente. Assim,



na maior parte das situações de elevado desempenho, a classificação mais elevada que se consegue obter é a classe A, estando a classe A+ reservada para os projetos/desenvolvimentos urbanos que utilizem tecnologias inovadoras com um desempenho excecional devidamente comprovado.

- Para obter a classificação de alguns indicadores é necessário realizar alguns cálculos complexos que exigem bastante trabalho, o que, na prática, dificulta a sua implementação.

## 4.2 Análise comparativa de metodologias

Nas metodologias de avaliação estudadas é dada grande ênfase à avaliação de indicadores correspondentes às dimensões ambiental e social do projeto urbano, sendo que a BREEAM Communities e a LEED-ND dão mais importância à parte social do projeto urbano. Por sua vez o SBTool PT-PU volta a sua avaliação mais para a dimensão ambiental do projeto, sendo que de certa forma esta análise contrária o que foi referido no estudo realizado por Berardi (Berardi, 2015). Como referido anteriormente, as metodologias de avaliação de sustentabilidade urbana não atribuem grande importância à dimensão económica do projeto. Em todas as metodologias analisadas é possível verificar isso mesmo, sendo o SBTool PT-PU é aquele que mais importância dá ao contexto económico do projeto urbano em avaliação (20%). De notar que a LEED-ND não possui nenhum indicador para a avaliação da parte económica do projeto.

Com a análise destas ferramentas foi possível ver que a BREEAM Communities e a LEED-ND adotaram dimensões de sustentabilidade sobrepostas e seus indicadores servem para múltiplos propósitos ao mesmo tempo. Por exemplo, o Bem-estar Social e Económico, que permite avaliar indicadores relacionados com a dimensão social e económica simultaneamente em BREEAM Communities e em Infraestruturas e Edifícios Verdes da LEED-ND, que permite avaliar indicadores relacionados com a dimensão social e ambiental. É possível ver também por outro lado a desagregação da dimensão em algumas categorias de modo a minimizar a sobreposição referida atrás e enfatizar a sua força e importância, bem como dos indicadores a avaliar. Exemplo disso é a desagregação da dimensão ambiental em 6 categorias (Forma Urbana, Usos do Solo e Infraestruturas, Ecologia e Biodiversidade, Energia, Água e Materiais e Resíduos) na metodologia SBTool PT-PU ou da desagregação da mesma dimensão na metodologia BREEAM Communities em apenas 2 categorias (Recursos e Energia e Usos de Terra e Ecologia) (Ameen et al., 2015).

Nas metodologias de avaliação analisadas, nenhuma impõe limites no tamanho dos projetos urbanos para avaliação (Ameen et al., 2015; Guimarães et al., 2016). É de notar no entanto, que a grande variação de tamanhos das áreas passíveis de avaliação de cada metodologia torna difícil a avaliação de sustentabilidade. Por um lado a mesma metodologia perde significado em termos de avaliação pois avaliar uma área pequena como dois edifícios tem implicações muito diferentes do que avaliar um quarteirão ou uma área maior. Por exemplo, indicadores relacionados com a rede de transportes não





fazem sentido em tamanhos pequenos. Por outro lado, torna difícil a comparação das próprias metodologias visto terem campos de aplicação tão diferentes.

Por outro lado, o SBTool PT-PU ao ser aplicado a planos de pormenor, apesar destes poderem ter também uma área muito variável, tem a vantagem de estar ligada a um instrumento legal de organização do território tornando a avaliação de sustentabilidade mais objetiva.

Pode-se afirmar que as ferramentas de avaliação de sustentabilidade urbana foram desenvolvidas de modo a avaliar a sustentabilidade de projetos urbanos locais (Ameen et al., 2015). Apesar de ser utilizada em outros países que não o do desenvolvedor, a LEED-ND também foi desenvolvida de modo a avaliar a sustentabilidade de projetos locais. Com a análise da LEED-ND foi possível notar a atenção em apresentar dicas para a sua utilização fora de portas. No entanto, a pessoa que a utilizar de modo a proceder à avaliação da sustentabilidade do projeto urbano terá dificuldades pois necessitará de saber qual o rigor das normas dos EUA, de modo a poder transpor esse mesmo rigor para as normas do país/região onde se insere o projeto em avaliação.

### **4.3 Avaliação do Caso de Estudo com a metodologia SBTool PT-PU**

Os resultados da avaliação do caso de estudo da área urbana das Sete Fontes, em Braga, para teste de aplicação prática da metodologia SBTool PT-PU, são ainda preliminares, pois é um trabalho que ainda está em curso. Há alguns indicadores, para os quais ainda faltam alguns dados, que ainda estão a ser atualmente fornecidos pelo Município da Cidade de Braga. Estes indicadores tiveram uma classificação de D, que corresponde a uma pontuação de zero.

Verificaram-se ainda algumas das dificuldades indicadas anteriormente, nomeadamente, a dificuldade de avaliação de alguns indicadores devido à sua complexidade e aos processos de cálculo trabalhosos e morosos. Os resultados da avaliação de cada indicador são apresentados na Tabela 4.

Como resultado final da avaliação, a nota atribuída ao caso de estudo é um D, o que corresponde a um nível de sustentabilidade apenas 20% melhor do que o desempenho de uma área urbana normal em são utilizadas as “Práticas Convencionais”, apesar de o Município de Braga estar a implementar tecnologias urbanas e infraestruturas de elevado desempenho. No entanto, importa ressaltar que esta pontuação relativamente baixa é apenas resultante da falta de dados suficientes para efetuar uma avaliação completa de vários indicadores, pelo que o resultado não é ainda clarificador do nível de sustentabilidade da área urbana em análise.



**Tabela 4 - Resultados de avaliação do Caso de Estudo com a metodologia SBTool PT-PU**

Dimensão	Categoria	Indicador	Classificação
Ambiental	C1 - Forma Urbana	I-1 Planeamento Solar Passivo	D
		I-2 Potencial de Ventilação	D
		I-3 Rede Urbana	D
	C2 - Uso do Solo e Infraestruturas	I-4 Aptidões Naturais do Solo	E
		I-5 Densidade e Flexibilidade de Usos	E
		I-6 Reutilização de Solo Urbano	D
		I-7 Reabilitação do Edificado	D
		I-8 Rede de Infraestruturas Técnicas	D
	C3 - Ecologia e Biodiversidade	I-9 Espaços Verdes	A+
		I-10 Conectividade de Espaços Verdes	A
		I-11 Vegetação Autóctone	D
		I-12 Monitorização Ambiental	D
	C4 - Energia	I-13 Eficiência Energética	D
		I-14 Energias Renováveis	D
		I-15 Gestão Centralizada de Energia	D
	C5 - Água	I-16 Consumo de Água Potável	D
		I-17 Gestão de Efluentes	D
		I-18 Gestão Centralizada da Água	D
C6 - Materiais e Resíduos	I-19 Impacte dos Materiais	D	
	I-20 Resíduos de Construção e Demolição	D	
	I-21 Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos	E	
Social	C7 - Conforto Exterior	I-22 Qualidade do Ar	E
		I-23 Conforto Térmico Exterior	C
		I-24 Poluição Sonora	D
		I-25 Poluição Luminosa	D
	C8 - Segurança	I-26 Segurança nas Ruas	D
		I-27 Riscos Naturais e Tecnológicos	D
	C9 - Amenidades	I-28 Proximidade a Serviços	C
		I-29 Equipamentos de Lazer	C
		I-30 Produção Local de Alimentos	D
	C10 - Mobilidade	I-31 Transportes Públicos	E
		I-32 Acessibilidade Pedestre	D
I-33 Rede de Cicloviás		E	
C11 - Identidade Local e Cultural	I-34 Espaços Públicos	E	
	I-35 Valorização do Património	B	
	I-36 Integração e Inclusão Social	D	
Económica	C12 - Emprego e Desenvolvimento Económico	I-37 Viabilidade Económica	D
		I-38 Economia local	C
		I-39 Empregabilidade	D
Pontos Extra	Inovação	I-40 Edifícios Sustentáveis	D
		I-41 Tecnologias de Informação e Comunicação	D

A nota de sustentabilidade obtida não tem significado prático uma vez que muitos dos dados necessários para a avaliação não estavam disponíveis e/ou não houve tempo para mais interações junto da Câmara Municipal para o fornecimento de dados em falta. No entanto, apesar disso foi possível uma análise profunda da aplicação prática da ferramenta que permitiu inferir acerca do método de avaliação utilizado em cada



indicador. Possivelmente, alguns dos dados pedidos para a avaliação de alguns indicadores são difíceis de aceder, principalmente tendo em conta que o plano de pormenor ainda está numa fase de desenvolvimento.

## **5. Propostas de soluções de melhoria**

A falta de uma definição global de sustentabilidade a nível urbano faz com que não exista consenso, podendo-se considerar que existe alguma subjetividade na elaboração das metodologias de avaliação de sustentabilidade, em que certas práticas podem ser consideradas sustentáveis para uns e para outros não. A primeira proposta prende-se com uma melhor definição de sustentabilidade urbana. É necessário que se chegue a um consenso sobre as práticas que devem ser consideradas para poder considerar uma zona urbana sustentável. Esta definição deve, no entanto, ser uma definição global para que um mesmo projeto urbano executado em regiões diferentes possa ser avaliado de acordo com critérios semelhantes que tendo em conta as condicionantes locais, possam ter resultados diferentes.

Atualmente a avaliação do projeto urbano é realizada por cada uma das metodologias sem ter em conta a área do próprio projeto. No entanto existem indicadores que não fazem sentido que sejam avaliados caso a área urbano em estudo seja pequena. A proposta neste caso vai de encontro com a existência clara da distinção da avaliação de um projeto área menor e de maior área. Isto é, deveria haver indicações para que certos indicadores pudessem não ser considerados na avaliação destes sem que fossem penalizados por isso, fazendo-se uma redistribuição de pesos pelos restantes indicadores da categoria em que se inserem.

Outro dos problemas identificados nestas metodologias tem a ver com o contexto de aplicação. Uma possível proposta de melhoria está relacionada com a possibilidade da criação de regras para a avaliação da sustentabilidade urbana, com a utilização de indicadores fixos, isto é, indicadores que seriam obrigatórios independentemente do projeto urbano em estudo e indicadores variáveis em função do contexto local. Por exemplo, indicadores relacionados com impactes ambientais como o consumo de energia, produção de energia renovável ou com os impactes dos materiais de construção podem ser considerados indicadores fixos. Os indicadores variáveis em função do contexto local seriam mais relacionados com a parte social da avaliação, havendo, no entanto, também indicadores relacionados com o ambiente e a economia. Para a elaboração destas regras seria necessário aprofundar-se o estudo de muitos contextos de modo a cobrir todos os aspetos económicos, ambientais e sociais de todo o globo.

Todos os critérios de avaliação de indicadores teriam que ser bem fundamentados com base em métodos rigorosos de modo a não levantar questões acerca da subjetividade dos mesmos e de modo a apresentar imparcialidade para não prejudicar, nem beneficiar nenhum projeto avaliado. A metodologia possuiria um sistema de pesos único adaptado aos indicadores a utilizar em cada avaliação de projeto.



## 6. Conclusões

Muitos esforços têm sido desenvolvidos de modo a permitir tornar o ambiente construído mais sustentável e para que satisfaça as necessidades humanas sob os pontos de vista ambiental, social e económico. Depois do desenvolvimento dos métodos e ferramentas de avaliação de sustentabilidade para edifícios constatou-se que a sustentabilidade do ambiente construído só poderia ser alcançada se a escala de análise e implementação de medidas e tecnologias mais eficientes for maior, como bairros, zonas urbanas e pequenas cidades. Dessa consciencialização resultaram diversos métodos e ferramentas para a avaliação da sustentabilidade urbana que tentam promover uma definição mais ampla e precisa do termo sustentabilidade e, ao mesmo tempo, a especificação de objetivos de sustentabilidade globais.

Este artigo mostra que apesar dessa preocupação da sociedade em tornar as áreas urbanas e as cidades em locais que possam ser considerados mais sustentáveis, os métodos e ferramentas disponíveis no mercado ainda não estão suficientemente adequados às diversas realidades locais e que têm alguns problemas intrínsecos que requerem análise profunda, de modo a corrigir as suas limitações tanto ao nível da estrutura como ao nível de definição dos critérios e permitir avaliar corretamente o projeto em estudo. Melhorias poderão e deverão ser feitas de modo a conseguir o objetivo pretendido: alcançar a sustentabilidade nas zonas urbanas.

## Agradecimentos

Este trabalho insere-se no contexto das atividades de investigação desenvolvidas no âmbito da rede URBENERE, apoiada pelo CYTED “Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo”.

Este estudo só foi possível graças à colaboração da Câmara Municipal de Braga no fornecimento de dados para a avaliação de caso de estudo. Os autores agradecem ainda à Arq<sup>ta</sup> Maria de Fátima Castro e à Eng<sup>a</sup> Joana Andrade pelos contributos e revisões do artigo.

## Referências

- Ameen, R. F. M., Mourshed, M., Li, H. (2015). A critical review of environmental assessment tools for sustainable urban design. *Environmental Impact Assessment Review*, 55, 110-125. doi: 10.1016/j.eiar.2015.07.006
- Barbosa, J., Bragança, L., Mateus, R. (2014). Assessment of Land Use Efficiency Using BSA Tools: Development of a New Index. *Journal of Urban Planning and Development*, 141(2), 04014020. doi: 10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000208
- Barbosa, J. A., Araújo, C., Bragança, L., Mateus, R. (2015). Study of the of the concept of community buildings and its importance for Land Use Efficiency. *Comunicación escrita en lo Euro ELECS 2015*. Guimarães, Portugal.
- Barbosa, J. A., Araújo, C., Mateus, R., Bragança, L. (2016). Smart interior design of buildings and its relationship to land use. *Architectural Engineering and Design Management*, 12(2), 97-106. doi: 10.1080/17452007.2015.1120187





- Barbosa, J. A., Bragança, L., Mateus, R. (2013). How to address sustainability at the city level. Comunicación escrita en lo Portugal SB13, Guimarães, Portugal.
- Barbosa, J. A., Bragança, L., Mateus, R. (2014). New approach addressing sustainability in urban areas using sustainable city models. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, 5(4), 297-305. doi: 10.1080/2093761X.2014.948528
- Berardi, U. (2015). Chapter 15 - Sustainability assessments of buildings, communities, and cities A2 - Klemeš, Jiří Jaromír *Assessing and Measuring Environmental Impact and Sustainability* (pp. 497-545). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Boeing, G., Church, D., Hubbard, H., Mickens, J., Rudis, L. (2014). LEED-ND and Livability Revisited. *Berkeley Planning Journal*, 27(1). ISSN: 1047-5192
- Bragança, L., Araújo, C., Castanheira, G., Barbosa, J. A., Oliveira, P. (2013). Approaching sustainability in the built environment. Comunicación escrita en la SB13 SEOUL - Sustainable Building Telegram toward Global Society. Seoul, South Korea.
- Bragança, L., Mateus, R. (2005). Sustainability assessment of building solutions: a methodological approach. Comunicación escrita en la SB04MED International Conference on Sustainable Construction - Action for Sustainability in the Mediterranean. Athens, Greece.
- Bragança, L., Mateus, R. (2009). Guia de avaliação SBTool<sup>PT</sup>-H V2009/2. Guimarães: Edições iSBE.
- BRE (2012). BREEAM Communities - Technical Manual SD202-0.1:2012. Watford, Hertfordshire, UK: BRE Global Ltd.
- BREEAM (2016). BREEAM. Obtenido en 20/05/2016, de <http://www.breeam.com/why-breeam>
- Brundtland, G., Khalid, M., Agnelli, S., Al-Athel, S., Chidzero, B., Fadika, L. and others (1987). Our Common Future ('Brundtland report'): Oxford University Press, USA. Key: citeulike-article-id:13602458
- Guimarães, E., Barbosa, J. A., & Bragança, L. (2016). Critical Overview of Urban Sustainability Assessment Tools. Comunicación escrita en la SBE16 Brazil & Portugal. Vitória, Brazil.
- Haapio, A. (2012). Towards sustainable urban communities. *Environmental Impact Assessment Review*, 32(1), 165-169. doi: 10.1016/j.eiar.2011.08.002
- iSBE (2016). SBTool. Obtenido de <http://www.sballiance.org/our-work/libraries/sbtool/>
- Lützkendorf, T., Hájek, P., Lupíšek, A., Immendorfer, A., Nibel, S., Häkkinen, T. (2012). New trends in sustainability assessment systems – based on top-down approach and stakeholders needs. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*. doi: 10.1080/2093761X.2012.747113
- Mateus, R. (2009). Avaliação da Sustentabilidade da Construção: Propostas para o Desenvolvimento de Edifícios mais Sustentáveis (Tesis Doctoral). Universidade do Minho, Guimarães, Portugal. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1822/9886>
- Mateus, R., Bragança, L. (2006). Sustentabilidade de soluções construtivas. Comunicación escrita en la Congresso Sobre Construção Sustentável. Porto, Portugal.
- Rosales, N. (2011). Towards the Modeling of Sustainability into Urban Planning: Using Indicators to Build Sustainable Cities. *Procedia Engineering*, 21, 641-647. doi: 10.1016/j.proeng.2011.11.2060
- USGBC (2014). LEED-ND V4: USGBC. ISBN: 978-1-932444-48-3
- USGBC (2016). LEED. Obtenido de <http://www.usgbc.org/about/history>
- UKCONSTRUCION (2016). BREEAM on sustainable building. Obtenido en 22/05/2016, de <http://www.ukconstructionmedia.co.uk/news/breeam-on-sustainable-building/>