

Contabilizando a reabilitação na avaliação de sustentabilidade de edifícios de serviços

José Amarílio Barbosa

University of Minho, School of Engineering, Department of Civil Engineering, Guimarães, Portugal
zemib@civil.uminho.pt

Luís Bragança

University of Minho, School of Engineering, Department of Civil Engineering, Guimarães, Portugal
braganca@civil.uminho.pt

Resumo: Este trabalho teve como objectivo o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação de sustentabilidade direccionada para os edifícios de serviços. A metodologia será desenvolvida através da experiência adquirida na adaptação do sistema SBtool ao contexto português, que culminou no desenvolvimento da metodologia SBTool PT-H. Desta forma, a metodologia de avaliação de sustentabilidade de edifícios de serviços será baseada e terá uma base semelhante à metodologia SBTool PT-H, que é direccionada para edifícios de habitação.

A metodologia será desenvolvida através de um sistema de avaliação de desempenho do edifício ao nível de uma lista de parâmetros por comparação com práticas de referência praticadas em Portugal. Por fim, a classificação final do edifício será obtida através de uma ponderação do desempenho ao nível dos vários parâmetros de avaliação, obtendo-se um valor representativo da sustentabilidade do edifício. Na tarefa de adaptação da metodologia para edifícios de serviços, foi estudada a sua aplicabilidade em obras de reabilitação, dada a importância crescente deste tipo de obras.

1 INTRODUÇÃO

1.1 *Âmbito*

O nosso planeta tem sofrido alterações profundas principalmente nos últimos 60 anos. As condições estáveis que se verificaram durante milhões de anos já não existem e isso deve-se principalmente à actividade do homem. A espécie humana, que se estima existir há cerca de 200.000 anos, conseguiu viver em harmonia com o planeta durante toda a sua história, mas no curtíssimo tempo de duração das últimas duas gerações, a humanidade está a provocar no planeta impactos que podem levar à ruína tanto da nossa espécie como de grande parte da biodiversidade do planeta. Estes problemas resultam essencialmente da conjugação de três factores: o aumento da população mundial, o consumo de recursos e a poluição da atmosfera, solo e água.

Um dos sectores que mais afecta o planeta é o sector dos edifícios, pois no seu ciclo de vida são responsáveis por grandes consumos de recursos, de energia e produção de resíduos, estando ainda associados a grande importância económica e social (Mateus, 2009). Por esta razão tem surgido nos últimos anos inúmeros avanços para minimizar o impacto dos edifícios, principalmente a nível regulamentar. Uma das formas de minimizar o impacto dos edifícios é adoptando o conceito de construção sustentável (Kibert, 1994). Desta forma têm surgido na última década uma série de metodologias de avaliação de sustentabilidade de edifícios que permitem avaliar o nível de sustentabilidade de um edifício em função do seu desempenho ambiental, social e económico. Neste sentido foi desenvolvida pela Associação iiSBE Portugal uma metodologia de avaliação de sustentabilidade de edifícios habitacionais adequada ao contexto português, denominada SBTool PT, baseada na ferramenta SBTool global.

No entanto, surge a necessidade de se desenvolverem metodologias adequadas a outros tipos de edifícios de forma a possibilitar a implementação da sustentabilidade do sector, como por exemplo em edifícios de serviços. A implementação de metodologias de avaliação de sustentabilidade em edifícios de serviços pode ter um efeito impulsionador destas metodologias. Isto porque nos edifícios habitacionais, muitas das vezes o dono de obra (principalmente em edifícios unifamiliares) tem alguma relutância em aplicar estas metodologias, pois não vê grandes benefícios directos na construção de edifícios sustentáveis nem em avaliar o desempenho dos

seus edifícios, até porque quem usufrui os benefícios das menores tarifas mensais e maior conforto são os futuros ocupantes dos edifícios. Pelo contrário, no caso dos edifícios de serviços, tanto de empresas privadas como públicas, além dos benefícios directos económicos resultantes de construir edifícios mais sustentáveis serem lucros ou poupanças dessas mesmas empresas, existe também um ganho indirecto ao melhorar a imagem de responsabilidade social da empresa (Social Investment Forum, 2010). Ao surgirem metodologias de avaliação de sustentabilidade aplicáveis aos edifícios destas empresas/entidades, certamente haverá uma boa aceitação e haverá a intenção de avaliar os seus edifícios assim como construir/reconstruir de forma mais sustentável, o que no futuro possibilitará uma impulsão na aplicação destas metodologias para os edifícios habitacionais e também para outros tipos de edifícios, como por exemplo os edifícios escolares ou industriais.

1.2 *Objectivos*

O objectivo deste trabalho prendeu-se com o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação de sustentabilidade direccionada para os edifícios de serviços. Para o efeito foi aproveitada a experiência que o autor obteve fruto da colaboração com a equipa do Laboratório de Física e Tecnologia das Construções da Universidade do Minho na tarefa de adaptação da metodologia SBtool ao contexto português para a avaliação de sustentabilidade de edifícios habitacionais, que culminou no desenvolvimento da metodologia SBTool PT. A metodologia de avaliação será desenvolvida através de um sistema de avaliação de desempenho dos edifícios ao nível de uma série de parâmetros por comparação com práticas de referência praticadas em Portugal. Por fim, a classificação final será obtida através de uma ponderação do desempenho normalizado ao nível de cada parâmetro, de forma a se obter um valor representativo da sustentabilidade do edifício.

Para facilitar a realização de avaliações de sustentabilidade de edifícios de serviços utilizando a metodologia desenvolvida, foi também desenvolvido um guia de avaliação, à semelhança da metodologia SBTool PT para edifícios habitacionais.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 *Sustentabilidade no planeta*

O mundo actual enfrenta vários problemas ambientais, sociais e económicos. Como já foi referido, estes problemas resultam essencialmente da conjugação de três factores: o aumento da população mundial, o consumo de recursos e a poluição da atmosfera, solo e água.

A população mundial tem aumentado de uma forma assustadora nas últimas décadas. Para se ter uma ideia do rápido crescimento populacional, a população mundial que apenas atingiu um bilião de pessoas no ano de 1804, aumentou para 2 biliões em 1927, 3 biliões em 1960, 4 biliões em 1974, 5 biliões em 1987 e por fim atingiu os 6 biliões em 1999. A população mundial em 2010 já atingiu os 6,850 biliões de habitantes prevendo-se que atinja os 8 biliões em 2028 (Nações Unidas, 2010).

Este grave aumento da população mundial aliado ao estilo de vida da sociedade actual que está a começar a ser adoptado pelos países em desenvolvimento está a provocar uma grande exigência de recursos naturais ao planeta sendo uma das maiores causas da crise mundial que se vive nos dias de hoje. Se toda a população mundial vivesse segundo o estilo de vida europeu, seriam necessários dois planetas e meio para existirem recursos suficientes para toda a população (EU, 2009).

O aquecimento global, uma das grandes causas dos problemas ambientais que vivemos actualmente, deve-se ao aumento de emissões de gases com efeito de estufa na atmosfera. Este fenómeno tem provocado consequências severas para a população mundial, como o aumento do nível médio das águas do mar, as alterações climáticas a perda de biodiversidade, a desertificação, entre outras. Em 2005, a temperatura média mundial estava 0,76 °C acima da temperatura média da era pré-industrial e prevê-se que até ao final deste século a temperatura aumente entre 1,8 a 4 °C. Para se perceber a importância de se impedir este contínuo acréscimo de temperatura, prevê-se o risco de ocorrência de alterações climáticas irreversíveis, como o derretimento do gelo nos pólos e correspondente subida do nível das águas do mar, se a temperatura aumentar

2°C acima da temperatura da era pré-industrial, ou seja, cerca de 1,2° C acima da temperatura actual (EU, 2009).

A energia é um dos factores mais importantes na busca por um desenvolvimento sustentável. Isto porque o aumento dos consumos energéticos é um dos principais factores que conduziu ao aquecimento global. O consumo de energia é o principal responsável pelas emissões de gases com efeito de estufa na União Europeia (UE), estimando-se que o sector da construção seja responsável por 78% das emissões destes gases (CE, 2006). Assim, a utilização eficiente da energia é seguramente uma das formas mais importantes para minimizar os problemas ambientais da actualidade, no entanto, a procura de energia é cada vez maior em todo o mundo.

2.2 *Sustentabilidade no sector da construção*

O sector da construção é a nível mundial responsável pelo consumo de cerca de 40% dos materiais e de 55% das madeiras extraídas (Gaspar, 2009). Representa 40% dos consumos de energia finais da Europa (Directiva 31/2001/EU) e cerca de 35% das emissões de gases com efeito de estufa (Nelson, 2010). No que toca a resíduos, as actividades de construção produzem cerca de 22% de todos os resíduos produzidos na Europa (APA, 2010).

De acordo com o Balanço energético de 2005, em Portugal os edifícios foram responsáveis pelo consumo de 5,8Mtep (milhões de toneladas equivalentes de petróleo), representando cerca de 30% do consumo total de energia primária do país e 62% dos consumos de electricidade (Isolani, 2008). No entanto, mais de 50% deste consumo pode ser reduzido através de medidas de eficiência energética (ADENE, 2009). Foi por este motivo que surgiram ao longo das últimas décadas um conjunto de directivas e leis a nível europeu e nacional que promovem quer a diminuição dos consumos energéticos quer o aumento da cota de energias renováveis.

A nível económico e social o impacto do sector é também enorme, tendo em conta que corresponde a quase 10% do PIB a nível europeu, emprega directamente 12 milhões de cidadãos da UE e indirectamente 26 milhões de trabalhadores são dependentes deste sector (EP, 2010).

Verifica-se ainda que o sector dos edifícios (habitacional & PME) produz 17% das emissões de gases de efeito de estufa para a atmosfera. No entanto, tal como anteriormente referido o sector dos edifícios representam 40% dos consumos de energia. Ou seja 40% das emissões produzidas no sector da energia estão também relacionadas com os edifícios, resultando assim num total de emissões correspondentes a este sector de aproximadamente 28% (EU, 2009).

O sector dos edifícios de serviços representava em 2002 15% do consumo de energia final da Europa e 12% do consumo de energia final de Portugal (Pires, 2005). No entanto, no sector dos serviços a taxa de crescimento de consumos de energia traduz-se em valores médios da ordem dos 12% (Decreto-lei 79/2006), pelo que actualmente a taxa de consumos energéticos que corresponde a este sector é ainda maior do que os valores apresentados para 2002.

Este sector, juntamente com o sector dos edifícios residenciais é dos que tem maior potencial de poupança energética na Europa (em parte devido ao grande contributo destes para os consumos energéticos). O potencial de poupança energética previsto para o sector dos serviços é de cerca de 30% (CE, 2007).

2.3 *Metodologias de avaliação de sustentabilidade*

Existem neste momento uma série de ferramentas de avaliação da sustentabilidade de edifícios. Uma avaliação de sustentabilidade de um edifício deve ter em conta a situação política, cultural, social e económica do local onde esta irá ser aplicada. Daí que, dada a subjectividade inerente a avaliação de sustentabilidade, nenhuma destas metodologias seja amplamente aceite (Mateus, 2009).

A título de exemplo é efectuada de seguida uma breve descrição dos sistemas BREEAM (Building Research Establishment Assessment Method), LEED (Leadership in energy & Environmental Design do USGB), CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency), HQE (Association pour la Haute Qualité Environnementale) DGNB (German Sustainable Building Certificate) e SBtool (Sustainable Building Assessment Tool).

O BREEAM foi o primeiro método de avaliação ambiental de edifícios. Foi desenvolvido no Reino Unido por investigadores do BRE e do sector privado em 1988. Estima-se que mais de 30% dos edifícios do Reino Unido estejam avaliados através deste método. De forma a poderem ser efectuadas avaliações exteriores ao Reino Unido foi entretanto desenvolvido o BREEAM International. O LEED é um sistema de avaliação americano foi estabelecido em 1996, sendo

gerido pela organização não governamental U.S. Green Building Council. A expansão deste sistema para o exterior dos Estados Unidos é notória tendo este sistema sido utilizado em muitos países em todo o mundo. A HQE é uma associação francesa fundada em 1996 que reúne os profissionais do sector da construção com o objectivo de melhorar a qualidade ambiental da construção. O SBtool é um sistema de avaliação da construção sustentável desenvolvido através da colaboração de mais de 20 países a partir de 1996. Esta ferramenta do Green Building Council foi promovido pela International Initiative for a Sustainable Built Environment (iiSBE) e teve como objectivo a criação de um sistema a partir do qual fosse possível avaliar o desempenho ambiental de edifícios a nível internacional. O CASBEE é um sistema japonês de avaliação ambiental de edifícios apresentado publicamente pelo Japan Sustainable Building Consortium em 2002. O DGNB é uma ferramenta de avaliação ambiental alemã que foi desenvolvido pelo German Sustainable Building Council em conjunto com o Federal Ministry of Transport, Building and Urban Affairs e lançado em 2009 para ser utilizada para o planeamento e avaliação de edifícios.

Este tipo de ferramentas estão a surgir cada vez mais como uma solução importante para fazer face aos impactos do sector da construção que até ao momento apenas estão a ter avanços substanciais relacionados com a legislação energética. Como foi possível verificar nos capítulos anteriores, a sustentabilidade assenta numa avaliação dos edifícios ao nível de inúmeras temáticas de importância tão grande ou maior do que o consumo energético.

3 DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA

3.1 Metodologia

À semelhança da metodologia desenvolvida para os edifícios habitacionais (SBTool PT), a metodologia de avaliação baseia-se no cálculo do nível de desempenho normalizado do edifício numa série de parâmetros, através da comparação com práticas de referência nacionais utilizando a equação de Diaz-Baltero (1). A partir desse nível de desempenho normalizado do edifício ao nível de cada parâmetro é possível, através de um sistema de pesos, determinar o desempenho do edifício ao nível das várias categorias, dimensões e, por fim, o desempenho final.

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

Assim, uma vez que esta metodologia de avaliação é na verdade uma comparação entre o edifício e práticas de referência nacionais, pode-se dizer que se trata de uma avaliação relativa de sustentabilidade. Desta forma, à semelhança do trabalho que precedeu a metodologia SBTool PT, a metodologia de avaliação desenvolvida neste trabalho terá o acrónimo MARS-S, Metodologia de Avaliação Relativa de Sustentabilidade (Mateus, 2009) para edifícios de Serviços e doravante será denominada desta forma. O sistema MARS-S terá então um método de avaliação sustentado nas 3 dimensões da sustentabilidade, ambiente, sociedade e economia. As três dimensões subdividem-se em categorias que por sua vez se subdividem em parâmetros. A estrutura da metodologia SBTool PT apresenta-se na Tabela 1.

A metodologia de avaliação foi desenvolvida em quatro fases. Numa primeira fase, foram enumeradas algumas considerações e alterações gerais que abrangem toda a metodologia de avaliação. Na fase seguinte foram analisados os métodos de avaliação dos vários parâmetros da metodologia SBTool PT, de forma a verificar a compatibilidade e aplicabilidade desses métodos de avaliação para edifício de serviços, uma vez que foram inicialmente desenvolvidos para edifícios habitacionais. Nesta fase foram também averiguadas as necessidades de melhoria no enquadramento dos parâmetros e indicadores ao nível das várias categorias e dimensões. Numa terceira fase foram avaliadas as necessidades de se efectuarem ajustes aos pesos dos parâmetros, indicadores e dimensões da metodologia desenvolvida, em relação aos pesos existentes na metodologia SBTool PT. Por fim, foi desenvolvido o guia de avaliação da metodologia que permitirá a um avaliador qualificado efectuar uma avaliação de sustentabilidade a um edifício de serviços de uma forma mais rápida e eficaz.

Tabela 1: Estrutura da metodologia SBTool PT

Dimensão	Categoria	Indicador	Parâmetro
Ambiental	C1 Alterações climáticas e qualidade do ar exterior	Impacte ambiental associado ao ciclo e vida dos edifícios	P1 Valor agregado dos impactes ambientais de ciclo de vida por m ² de área útil de pavimento
	C2 Biodiversidade e Uso do solo	Densidade Urbana	P2 Percentagem utilizada do índice de utilização líquido disponível
		Reutilização de solo previamente contaminado	P3 Índice de impermeabilização
		Uso de plantas autóctones	P4 Percentagem de área de intervenção previamente contaminada ou edificada
		Efeito de ilha de calor	P5 Percentagem de áreas verdes ocupadas por plantas autóctones
	C3 Energia	Energia primária não renovável	P6 Percentagem da área em planta com reflectância igual ou superior a 60%
		Energia produzida localmente a partir de fontes renováveis	P7 Consumo de energia primária não renovável na fase de utilização
			P8 Quantidade de energia que é produzida no edifício através de fontes renováveis
	C4 Materiais e resíduos sólidos	Reutilização de materiais	P9 Percentagem em custo de materiais reutilizados
		Utilização de materiais reciclados	P10 Percentagem em peso do conteúdo reciclado do edifício
		Recurso a materiais certificados	P11 Percentagem em custo de produtos de base orgânica que são certificados
		Uso de substitutos do cimento no betão	P12 Percentagem em massa de materiais substitutos do cimento no betão
		Condições de armazenamento de resíduos sólidos na fase de utilização do edifício	P13 Potencial das condições do edifício para a promoção da separação de resíduos sólidos
C5 Água	Consumo de água	P14 Volume anual de água consumido <i>per capita</i> no interior do edifício	
	Reutilização e utilização de água não potável	P15 Percentagem de redução do consumo de água potável	
Social	C6 Conforto e saúde dos utilizadores	Eficiência da ventilação natural em espaços interiores	P16 Potencial de ventilação natural
		Toxicidade dos materiais de acabamento	P17 Percentagem em peso de materiais de acabamento com baixo conteúdo de COV
		Conforto térmico	P18 Nível de conforto térmico médio anual
		Conforto visual	P19 Média do factor de luz do dia médio
		Conforto acústico	P20 Nível médio de isolamento acústico
	C7 Acessibilidade	Acessibilidade a transportes públicos	P21 Índice de acessibilidade a transportes públicos
		Acessibilidade a amenidades	P22 Índice de acessibilidade a amenidades
C8 Sensibilização e educação para a sustentabilidade	Formação dos ocupantes	P23 Disponibilidade do manual de utilizador do edifício	
Económica	C9 Custos de ciclo de vida	Custo de investimento inicial	P24 Custo de investimento inicial
		Custos de utilização	P25 Custos de Utilização

Em relação à metodologia SBTool PT, foram ainda introduzidas algumas novidades. A nível estrutural, foi eliminado o nível de separação “indicadores”, passando a existir apenas dimensões, categorias e parâmetros. Esta alteração deveu-se ao facto de os indicadores acrescentarem relativamente pouca informação relativamente aos nomes dos parâmetros e das categorias. Além disso, foram também simplificados os nomes dos parâmetros, que em muitas das vezes continham excesso de informação, resultando em nomes demasiado detalhados e extensos. Além disso, foi tido em conta que uma metodologia de avaliação de sustentabilidade de edifícios de serviços não pode ter uma abordagem demasiado rígida, de forma a deixar espaço à flexibilidade exigida pela diversidade das actividades empresariais dos edifícios de serviços (Verfaillie, 2000), mas também não pode ser demasiado flexível de forma a facilitar o desenvolvimento dos métodos de cálculo. Houve também uma tentativa de nos vários parâmetros compatibilizar sempre que possível a legislação em vigor à metodologia de avaliação, facilitando tanto a aplicação como a implementação da metodologia MARS-S.

Outra das alterações efectuadas foi na parte correspondente à aplicabilidade dos parâmetros. Na metodologia SBTool PT este campo é repetitivo dizendo que a metodologia se aplica a edifícios novos e a obras de reabilitação ou ampliação, diferindo apenas em alguns parâmetros dizendo que só se aplicam a edifícios que estejam no âmbito do RCCTE. Nos parâmetros em que haviam especificações referentes aos tipos de edifícios, as mesmas eram indicadas no final do método de cálculo desses parâmetros. Para não criar informação redundante, definiu-se para a metodologia MARS-S uma aplicabilidade fixa em termos de tipo de edifícios, tipo de obras e fases de obras. Assim, a metodologia aplica-se a edifícios de serviços de escritórios que estejam no âmbito do RSECE ou RCCTE, a edifícios novos e em operações de reabilitação ou ampliação e nas fases de ante-projecto, projecto, construção e utilização. Estes tipos de obras e as diferentes fases estudadas são as mesmas que são utilizadas na metodologia SBTool global (iiSBE, 2010). Assim, a parte correspondente à aplicabilidade foi transposta para o método de cálculo de cada parâmetro, onde são indicadas as diferenças que se devem ter em conta para os vários tipos de obras e nas várias fases de execução das mesmas.

3.2 *Desenvolvimento da ferramenta*

Neste capítulo são apresentadas as principais adaptações efectuadas ao método de cálculo dos parâmetros de avaliação de forma a adaptar a metodologia de avaliação aos edifícios de serviços.

3.2.1 *Parâmetro 1- Valor agregado dos impactes ambientais de ciclo de vida por m² de área útil de pavimento*

Foi efectuada uma análise profunda ao método de cálculo utilizado na avaliação deste parâmetro, através da qual foram encontradas algumas particularidades que podiam levar a que um avaliador cometesse erros de cálculo. Desta forma, mantendo a base original, foram efectuadas algumas melhorias ao método de cálculo de forma a corrigir esses problemas. Estas alterações não só diminuem o número de dados e tabelas deste parâmetro mas também a sua complexidade e velocidade de processamento, possibilitando acima de tudo uma maior clareza nos resultados obtidos e a minoração da possibilidade de ocorrerem erros de cálculo.

3.2.2 *Parâmetro 3 – Índice De Impermeabilização*

Uma vez que foi difícil encontrar uma relação directa entre o índice de impermeabilização de um terreno e a sua influência na biodiversidade, decidiu-se alterar este parâmetro para a categoria 5: “Água”. Para adaptar a metodologia de avaliação deste parâmetro aos edifícios de serviços, foi efectuado um estudo aos vários PDM's incluindo todos os distritos de Portugal, de forma a definir novas práticas de referência para abranger as características dos edifícios de serviços. Desta forma, foi definida uma nova prática convencional de 70% para o Índice de Impermeabilização e consequentemente definiu-se o valor da melhor prática em 35%. Foi adicionado uma referência para contabilizar áreas impermeáveis a partir das quais é aproveitado o seu escoamento para reservatórios destinados ao aproveitamento de águas pluviais, como áreas 100% permeáveis.

3.2.3 *Parâmetro 4 – Percentagem de área de intervenção previamente contaminada ou edificada*

Neste parâmetro foi alterado o valor da prática convencional, que anteriormente era 0% e passou a ser utilizado um valor de 30%. Este valor foi obtido tendo em consideração a publicação “Estatísticas da Construção e Habitação 2008” que indica para o total de edifícios concluídos em 2008, excepto edifícios familiares, uma percentagem de 30% para as obras de reabilitação. Nas obras de reabilitação são sempre ocupados terrenos pré-edificados ou pré-contaminados e na definição deste valor não foram contabilizados os edifícios novos que ocupem terrenos pré-contaminados, pelo que os 30% apresentados são ainda um valor abaixo do valor real, até porque esse mesmo estudo indica um valor crescente para a percentagem de reabilitação neste tipo de edifícios. Esta alteração, além de ser um valor mais representativo da prática convencional, é mais penalizadora para as construções novas em terrenos virgens, sendo um claro incentivo para diminuição da ocupação de áreas com importante valor ecológico.

3.2.4 *Parâmetro 6 – Percentagem da área em planta com reflectância igual ou superior 60%*

Este parâmetro está relacionado com o aquecimento global, formação de ozono troposférico e logo qualidade do ar exterior do que com a biodiversidade. Assim, decidiu-se alterar este parâmetro para a Categoria 1: Alterações Climáticas e qualidade do ar exterior.

Para adaptar a metodologia de avaliação deste parâmetro aos edifícios de serviços, foi actualizado o valor da prática convencional, pois após o estudo de PDM's de todos os distritos de Portugal, tanto de cidades principais como de cidades secundárias, chegou-se á conclusão que o índice de impermeabilização máximo médio é de cerca de 0,7 para áreas destinadas a construção de edifícios de serviços. Pelo que o novo valor para a prática convencional foi definido como 30%. No entanto não foi necessário efectuar alterações no valor da melhor prática.

3.2.5 *Parâmetro 7 – Consumo de energia primária não renovável na fase de utilização*

Para adaptar a metodologia de avaliação deste parâmetro aos edifícios de serviços, foi necessário definir um novo método de cálculo que possibilite a avaliação dos edifícios de serviços que são abrangidos pelo RSECE. Como existem também edifícios de serviços que estão no âmbito do RCCTE, a metodologia de cálculo foi dividida conforme o regulamento aplicável ao edifício em avaliação. Outra alteração efectuada foi a avaliação do desempenho do edifício sem contabilização das energias produzidas in-situ através de fontes renováveis. Isto porque se um edifício produz uma quantidade considerável de energia a partir de fontes renováveis, obterá um baixo valor para as necessidades globais de energia primária e poderá obter uma boa classificação ao nível deste parâmetro mesmo utilizando soluções energeticamente pouco eficientes. Além disso, esse edifício iria ser duplamente beneficiado ao obter uma boa nota também no parâmetro P8 referente às energias renováveis.

3.2.6 *Parâmetro 8 – Quantidade de energia que é produzida no edifício através de fontes renováveis*

Para a definição da melhor prática analisou-se a nova directiva europeia relativa ao desempenho energético de edifícios (EPBD - energy performance of buildings directive), que obriga até 31 de Dezembro de 2020 que todos os edifícios novos terão de ser edifícios com necessidades quase nulas de energia. Após 31 de Dezembro de 2018 todos os edifícios novos ocupados e detidos por entidades públicas também deverão ser edifícios com necessidades quase nulas de energia. Além disso, a EPBD lança a política 20-20-20, que estabelece que até 2020, terá de haver uma redução em 20% na emissão de gases de efeito de estufa nos edifícios, uma redução de 20% no seu consumo energético e um aumento para 20% da quota de energia proveniente de fontes renováveis. Desta forma, definiu-se como melhor prática ao nível deste parâmetro um edifício em que 20% da energia que consome seja proveniente de fontes renováveis.

3.2.7 *Parâmetro 10 – Percentagem em peso do conteúdo reciclado do edifício*

Foi desenvolvido um novo método de cálculo que avalia a percentagem em custo de materiais e produtos com conteúdo reciclado superior ao valor convencional, que resulta do quociente entre o preço dos materiais com conteúdo reciclado acima do valor convencional e o custo total dos artigos de construção. O valor convencional do conteúdo reciclado de cada produto foi adoptado da metodologia de cálculo anterior. Uma vez que o parâmetro passou a ser avaliado por um índice diferente, foi necessário definir novas práticas de referência. Considerando que a prática de seleccionar materiais com conteúdo reciclado elevado não é uma prática corrente em Portugal, decidiu-se considerar como prática convencional um valor de 0%. Com este valor, é possível premiar empreendedores que usem uma pequena percentagem de custo de materiais com conteúdo reciclado, o que acaba por ser um incentivo a esta prática. Para a definição da melhor prática ao nível deste parâmetro adoptou-se um valor de 10%. Este valor é indicado num estudo da WRAP (WRAP, 2010) como um dos requisitos cada vez mais pretendidos pelos donos de obra.

3.2.8 *Parâmetro 11 – Percentagem em custo de produtos de base orgânica que são certificados*

Por se chegar à conclusão que a influência deste parâmetro incide sobretudo na protecção da biodiversidade promovendo a diminuição da desflorestação e do abate ilegal de árvores, decidiu-se alterar este parâmetro para a Categoria 2: “Biodiversidade e Uso do solo”.

3.2.9 *Parâmetro 12 – Percentagem em massa de materiais substitutos do cimento no betão*

Com este parâmetro pretende-se que os edifícios tenham um menor impacte ambiental, pois incentivam a substituição parcial do cimento, que na sua produção tem um enorme consumo de energia e resultantes emissões de gases de efeito de estufa, por outros ligantes com menor impacte ambiental. Este parâmetro tem principal influência, no aquecimento global, alterações climáticas e qualidade do ar exterior. Assim, decidiu-se alterar este parâmetro para a Categoria 1: “Alterações climáticas e qualidade do ar exterior”. No que toca às práticas de referência decidiu-se baixar o valor da melhor prática de 60% para 40%. A alteração deste valor deve-se ao facto de a prática de se substituir o cimento por outro tipo de ligantes em Portugal não ser uma prática corrente e ao se ter um valor de melhor prática demasiado alto os promotores não se verão incentivados a aderir a esta prática porque mesmo que o fizessem não seriam devidamente valorizados. Desta forma, apontando para uma dosagem óptima de 40% de substituição de cimento, decidiu-se adoptar esse valor para melhor prática deste parâmetro (Camões, 2005).

3.2.10 *Parâmetro 14 – Volume anual de água consumido per capita no interior do edifício*

Para adaptar a metodologia de avaliação deste parâmetro aos edifícios de serviços, foi necessário definir um novo método de cálculo, uma vez que estes podem ter vários tipos de utilizações e conseqüentemente variações consideráveis no consumo de água. Assim, o método de cálculo foi adaptado de forma a possibilitar avaliar edifícios com diferentes tipos de utilização, pois há casos de edifícios de serviços que tem balneários, bares e até refeitórios. Além disso, foi tido em consideração que nos edifícios de serviços é usual a utilização de sistemas de rega automática nos espaços verdes exteriores, pelo que o método de cálculo passa a contabilizar o consumo de água correspondente a este tipo de usos.

3.2.11 *Parâmetros 16 e 17 – Ventilação natural e utilização de materiais poluentes*

Estes dois parâmetros são analisados em simultâneo, uma vez que se decidiu fundir os dois parâmetros num só, de forma a se avaliar o edifício em termos da sua qualidade do ar. O novo parâmetro desenvolvido terá a denominação de “Qualidade do ar interior”. Para a adaptação deste parâmetro aos edifícios de serviços foi necessário efectuar alterações ao seu método de cálculo, até porque se fundiram dois parâmetros. Para o efeito, foi tido em conta que nos edifícios de serviços é geralmente utilizada ventilação mecânica. A mudança efectuada no processo de cálculo também se deve ao facto de os edifícios de serviços abrangidos pelo RSECE, ser necessário efectuar-se auditorias à qualidade do ar através da medição da concentração de vários poluentes. Esse é o melhor método para avaliação da qualidade do ar, no entanto só é válido para edifícios no âmbito do RSECE e já construídos. Desta forma, o método de avaliação deste parâmetro foi separado em função da fase de concepção do edifício e do regulamento aplicável ao mesmo (RCCTE ou RSECE). Assim, nos edifícios que estão no âmbito do RSECE e em fase de utilização, a qualidade do ar é avaliada através das medições das concentrações dos poluentes existentes no edifício. Os edifícios no âmbito do RCCTE ou para edifícios no âmbito do RSECE nas fases de ante-projecto, projecto ou construção, a avaliação é efectuada tendo em conta a previsão da qualidade do ar em função dos dois factores: a taxa de ventilação do edifício e a selecção de materiais de acabamento com baixos teores de compostos poluentes para o ar interior. Estes dois factores resultam em parte dos dois parâmetros existentes na metodologia SBTool PT.

3.2.12 *Parâmetro 18 – Nível de conforto térmico médio anual*

Na adaptação deste parâmetro aos edifícios de serviços foram efectuadas algumas adaptações ao processo de cálculo de forma a ter em linha de conta que nos edifícios de serviços são normalmente utilizados sistemas de arrefecimento no verão. Desta forma, manteve-se o método de cálculo para a estação de aquecimento e alterou-se a metodologia de cálculo para a estação de arrefecimento. Relativamente às práticas de referência, foram utilizados os valores constantes na norma EN15251 para cada tipo de espaço, indicando como valores da prática convencional os respeitantes a uma classe de conforto III e para a melhor prática valores da classe I.

3.2.13 *Parâmetro 19 – Média do factor de luz do dia médio*

Para adaptar a metodologia de avaliação deste parâmetro aos edifícios de serviços, foi alterado o seu método de cálculo. Esta alteração não teve apenas em conta a necessidade de adaptação

para os edifícios de serviços, mas também uma melhoria do método de avaliação de forma a medir de forma mais correcta o conforto dos utilizadores em função da iluminação. A avaliação deste parâmetro através do factor luz do dia tem em consideração apenas a iluminação natural, no entanto deve-se avaliar o conforto lumínico através de uma conjugação entre a iluminação natural e a iluminação artificial, avaliando os níveis iluminância. Desta forma, o desempenho de um edifício ao nível deste parâmetro passou a ser obtido através do nível de iluminação médio diário anual ponderado para o edifício. Este valor é obtido após a determinação dos níveis médios diários anuais de iluminação nos vários compartimentos dos edifícios, somando as parcelas relativas à iluminação natural e artificial em função do horário de funcionamento do edifício e número médio diário anual de horas com luz solar.

Tendo em conta estas alterações, foram também alteradas as práticas de referência. Na definição do valor da prática convencional, foram consideradas as iluminâncias mínimas recomendadas para cada tipo de espaço e tipo de utilização apresentadas na norma EN12464-1. Para a determinação dos valores de melhor prática teve-se em conta que para se obter uma diferença no nível de conforto sentido por utilizadores é necessário um aumento de 50% no valor de iluminância de um compartimento (EN12464-1), pelo que se utilizou essa razão na determinação dos valores da melhor prática.

3.2.14 Parâmetros 24 e 25 – Custos de investimento inicial e custos de utilização

A adaptação da metodologia de avaliação destes parâmetros aos edifícios de serviços foi efectuada em simultâneo, uma vez que os dois parâmetros foram fundidos em um único parâmetro que avalia o desempenho económico do edifício em termos de ciclo de vida. A decisão da fusão dos dois parâmetros teve como base a constatação de que em edifícios de serviços muitas vezes o dono de obra é a mesma entidade que irá utilizar o edifício, acarretando assim com os custos de investimento inicial do edifício e os custos de operação. Desta forma, faz mais sentido em efectuar uma avaliação conjunta, uma vez que na metodologia SBTool PT o peso correspondente a cada um dos parâmetros era de 50% do peso da categoria e essa percentagem muito dificilmente reflecte a relação entre os custos de investimento inicial e os custos de operação.

3.3 Estrutura da metodologia e sistema de pesos

Após as alterações efectuadas, a estrutura da metodologia MARS-S apresenta-se na Tabela 2.

Tabela 2: Estrutura da metodologia MARS-S

Dimensão	Categoria	Parâmetro
Ambiental	C1 Alterações climáticas e qualidade do ar exterior	P1 Impactes ambientais de ciclo de vida
		P2 Substitutos do cimento no betão
		P3 Efeito de ilha de calor
	C2 Biodiversidade e Uso do solo	P4 Índice de utilização líquido
		P5 Áreas previamente contaminadas ou edificadas
		P6 Plantas autóctones
		P7 Produtos de base orgânica certificados
	C3 Energia	P8 Consumo de energia
		P9 Energias renováveis
	C4 Materiais e resíduos sólidos	P10 Materiais reutilizados
		P11 Materiais com conteúdo reciclado
		P12 Separação de resíduos sólidos
	C5 Água	P13 Consumo de água
		P14 Redução do consumo de água potável
		P15 Índice de impermeabilização
Social	C6 Conforto e saúde dos utilizadores	P16 Qualidade do ar
		P17 Conforto térmico
		P18 Conforto lumínico
		P19 Conforto acústico
	C7 Acessibilidade	P20 Acessibilidade a transportes públicos
		P21 Acessibilidade a amenidades
	C8 Sensibilização e educação para a sustentabilidade	P22 Gestão Sustentável do edifício
Económica	C9 Custos de ciclo de vida	P23 Custo de ciclo de vida

4 CONCLUSÕES

Com o trabalho desenvolvido foram atingidos com sucesso os principais objectivos do trabalho. Assim, desenvolveu-se uma metodologia adaptada aos edifícios de serviços com a introdução de várias modificações que adicionalmente introduziram melhorias à metodologia existente. No desenvolvimento da metodologia teve-se em atenção a aplicabilidade dos vários parâmetros nas diferentes fases de concepção dos edifícios, assim como o seu âmbito em termos dos regulamentos aplicáveis, pelo que se deu um contributo muito importante na forma de abordagem dos métodos de cálculo dos vários parâmetros de forma a tornar a sua avaliação mais abrangente e objectiva. Os métodos de cálculo dos parâmetros passaram a contabilizar as fases de ante-projecto, projecto, construção e utilização, havendo por vezes mudanças no método de avaliação em função da fase aplicável ou do tipo de obra (construção nova ou reabilitação). Tendo em conta que nas fases de ante-projecto, projecto e em construção, as metodologias de cálculo basearam-se em valores de projecto ou em valores previstos para o edifício, propôs-se o fornecimento de um certificado provisório. Para edifícios já construídos ou em fase de utilização, o método de cálculo teve como base a utilização de valores correspondentes à realidade construída do edifício, sendo possível atribuir um certificado de sustentabilidade definitivo. Teve-se também em conta a pluralidade de utilizações que os edifícios de serviços podem ter, adaptando o método de cálculo de alguns parâmetros aumentando a sua flexibilidade para ter em conta as diversas utilizações dos edifícios. No entanto manteve-se a objectividade e, tentou-se simplificar os métodos de cálculo dos parâmetros de forma a facilitar a sua aplicabilidade.

Foram efectuadas também algumas mudanças nos parâmetros através da sua mudança para categorias que representavam de uma forma mais realística o seu real impacto na sustentabilidade dos edifícios. Outra das alterações importantes efectuadas foi a alteração das práticas de referência de alguns parâmetros que previamente estavam limitados para não terem uma influência negativa ao nível de outros parâmetros. Esta imposição foi eliminada, uma vez que era um procedimento injusto e que em alguns casos fornecia práticas de referência desajustadas da realidade. Com esta alteração, nesses parâmetros passou-se a avaliar o real desempenho do edifício ao nível de cada parâmetro, sendo que os efeitos ao nível de outras propriedades dos edifícios são avaliados em parâmetros independentes próprios para o efeito.

BIBLIOGRAFIA

- Barbosa, J., 2010; Desenvolvimento de uma metodologia de avaliação de sustentabilidade de edifícios de serviços; University of Minho;
- Barbosa, J.; Mateus, Ricardo; Bragança, Luís, 2010; Development of a sustainability assessment tool for office buildings; Final Conference of the COST Action C25, Sustainability of Constructions: Towards a Better Built Environment, Pages 205-214, ISBN: 978-99957-816-0-6;
- Andrade, J. B., 2009; Avaliação da sustentabilidade do edifício solar XXI utilizando a metodologia SBTool – PT; Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto;
- Machado, C., 2009; Desenvolvimento de uma Metodologia de avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Turismo; Universidade do Minho;
- Machado, C.; Mateus, R.; Barbosa, J., 2010; Contributo para o Módulo de Turismo da Metodologia SBTool PT; Portugal SB10, Sustainable Building Affordable to All, ISBN: 978-989-96543-1-0;
- Mateus, R., 2010; Avaliação da Sustentabilidade da Construção - Propostas para o Desenvolvimento de Edifícios Sustentáveis; Universidade do Minho;
- Mateus, R.; Bragança, L., 2011; Sustainability assessment and rating of buildings: Developing the methodology SBTool^{PT}-H; Building and Environment, Volume 46, Issue 10, Pages 1962-1971; Sustainable Building Tool (SBTool); International Initiative for a Sustainable Built Environment;
- Cole, Raymond J., 2010; Beyond Green: Changing Context - Changing Expectations; Portugal SB10, Sustainable Building Affordable to All, ISBN: 978-989-96543-1-0;
- INE, 2009; Estatística da Construção e da Habitação, 2008; Instituto Nacional de Estatística;
- Isolani, Pieraldo, 2008; Manual do Consumidor – Eficiência energética nos edifícios residências; Lisboa,
- Nelson, A. J., Rakau, O., 2010; Green Buildings - A niche becomes mainstream; Deutsh Bank Reaserch;
- Pires, L., Silva, P. D., Gomes, J. P. C., 2005; A importância do consumo energético dos edifícios na Europa: soluções propostas para a sua redução; Universidade da Beira Interior, 2005;
- Vonka M., Lupisek A., Hajek P., SBToolCZ – Complex Assessment Methodology of Buildings Performance for Czech Republic, *Central Europe towards Sustainable Building*, ISBN: 978-80-247-3634-1;