



XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

GESTÃO DE PROJETOS NO ÂMBITO DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

REIS, Daniel (1); FABRÍCIO, Márcio (2); SOUSA, José (3)

(1) Universidade de São Paulo – Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Carlos, e-mail: danielreis@usp.br

(2) Universidade de São Paulo – Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Carlos, e-mail: marcio@sc.usp.br

(3) Instituto Superior de Engenharia do Porto (Portugal), e-mail: jso@isep.ipp.pt

RESUMO

A indústria da construção, nomeadamente no setor da edificação, baseia-se essencialmente em métodos de construção tradicional. Esta indústria é caracterizada pela elevada quantidade de recursos que consome, pela quantidade de resíduos que produz, a sua implicação na economia dos países e à sua inter-relação com a sociedade. Esta realidade é de todo incompatível com os desígnios do desenvolvimento sustentável, nos quais se procura a correlação harmoniosa entre as vertentes ambientais, sociais e económicas. É precisamente sobre esta preocupação que o presente trabalho irá incidir, abordando a temática da sustentabilidade na construção, face aos desafios que se colocam às empresas e aos intervenientes do setor, com ênfase na fase de projeto. Nesta ótica, o presente artigo apresenta uma possível solução recorrendo a uma ferramenta inovadora, através do qual será possível que, de uma forma coordenada e integrada orientar o desenvolvimento do projeto para soluções sustentáveis ao longo das várias fases do ciclo de vida de um edifício residencial. A ferramenta não deverá apresentar dificuldades acrescidas para a equipa projetista e proporciona ao gestor de projeto a disponibilização dos elementos necessários no momento preciso. Foi desenvolvida recorrendo a uma pesquisa bibliográfica sobre o tema. A etapa seguinte consiste na validação e otimização da ferramenta, através da efetivação de casos práticos de forma a balizar o seu desempenho. Pensa-se que através da adequada aplicação desta ferramenta, os objetivos definidos pelo Dono-de-Obra, em termos de sustentabilidade, poderão ser mais facilmente atingidos pela equipa de conceção do projeto através da consideração atempada de medidas e soluções sustentáveis nas diferentes fases de desenvolvimento do projeto.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Gestão de projetos; Sistemas de certificação e avaliação da sustentabilidade em edifícios

ABSTRACT

The construction industry, particularly in the building sector, is based mainly on traditional construction methods. This industry is characterized by excessive consumption of resources, the amount of waste it produces, its implication in the economy of countries and their relationship with society. This reality is entirely incompatible with the aims of sustainable development, which seeks a harmonious relationship between the environmental, social and economic aspects. It was about this concern that the present work will focus, addressing the issue of sustainability in construction, given the challenges faced by companies and those involved in sector, with emphasis in the design phase. In this perspective, this paper presents a possible solution using an innovative tool, through which it is possible that, in a coordinated and integrated manner to guide the development of the project to sustainable solutions throughout the various stages of the life cycle of a residential building. The tool should not present any additional difficulties for the designer team and provides to project manager the availability of information needed at the precise moment. Was developed using a literature review about the topic. The next step is the validation and calibration of the tool, through the realization of practical cases in order to mapping out its performance. It is believed that through proper application of this tool, the goals set by Owner of the work, in terms of

sustainability, can be more easily achieved by the project design team through timely consideration of measures and sustainability solutions at different stages of project development.

Keywords: *Sustainability; Project management; Sustainable assessment tools.*

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção é um dos maiores e mais ativos setores da economia do mundo. No entanto apresenta impactos negativos ao longo do ciclo de vida dos edifícios, colocando em causa os desígnios do desenvolvimento sustentável, que procura um equilíbrio entre as vertentes ambientais, sociais e econômicas (Zuo & Zhao, 2013). Este setor representava em 2012, na economia brasileira, 8,4% do emprego correspondendo a aproximadamente 7,8 milhões de trabalhadores e um contributo de 5,7% do Produto Interno Bruto (PIB) (DIEESE, 2013).

No decorrer da procura pela sustentabilidade na construção, uma das definições mais consensuais de “construção sustentável” foi apresentada por Charles Kibert em 1994, no Conselho Internacional da Construção (CIB), que refere o seguinte: “*Construção sustentável é a criação e gestão responsável de um ambiente construído, tendo em consideração os princípios ecológicos e a utilização eficiente dos recursos*” (CIB, 1998).

Na perspetiva tradicional, uma construção só era competitiva se tivesse o nível de qualidade exigido pelo projeto, se utilizasse um sistema construtivo que otimizasse a produção durante a fase de construção e que desta forma conduzisse à diminuição do período de construção, permitindo uma maior rapidez na recuperação do investimento.

A agenda 21 para a construção sustentável, apontou como grandes desafios para a indústria da construção (Mourão & Pedro, 2012):

- Alcançar uma relação mais próxima com os agentes de conceção de edifícios;
- Melhorar os parâmetros de desempenho ambiental;
- Repensar os processos de construtivos correntes tendo em vista uma maior sustentabilidade.

Neste enquadramento, entende-se que para alcançar os objetivos da construção sustentável, torna-se necessário uma mudança nas práticas na conceção do projeto.

A formulação da questão de pesquisa para este trabalho resulta de como incorporar, de uma forma mais eficaz e eficiente, soluções de sustentabilidade na indústria da construção ao longo das várias fases de desenvolvimento de um projeto.

Neste sentido, foi efetuada uma pesquisa bibliográfica com recolha de informação que, posteriormente, permitiu a criação de uma ferramenta que visa auxiliar na definição dos passos a dar para incorporar soluções de sustentabilidade em projeto. Admite-se que a ferramenta irá permitir ao gestor do projeto, a disponibilização dos elementos necessários no momento preciso, propondo procedimentos que possibilitem maximizar a sustentabilidade do edificado, sem propiciar desvios e distorções dos objetivos em cada fase.

Tendo em conta o limite de páginas para elaboração do artigo, procurou-se de uma forma sintética explicar como a ferramenta funciona e não fazer um detalhe exaustivo.

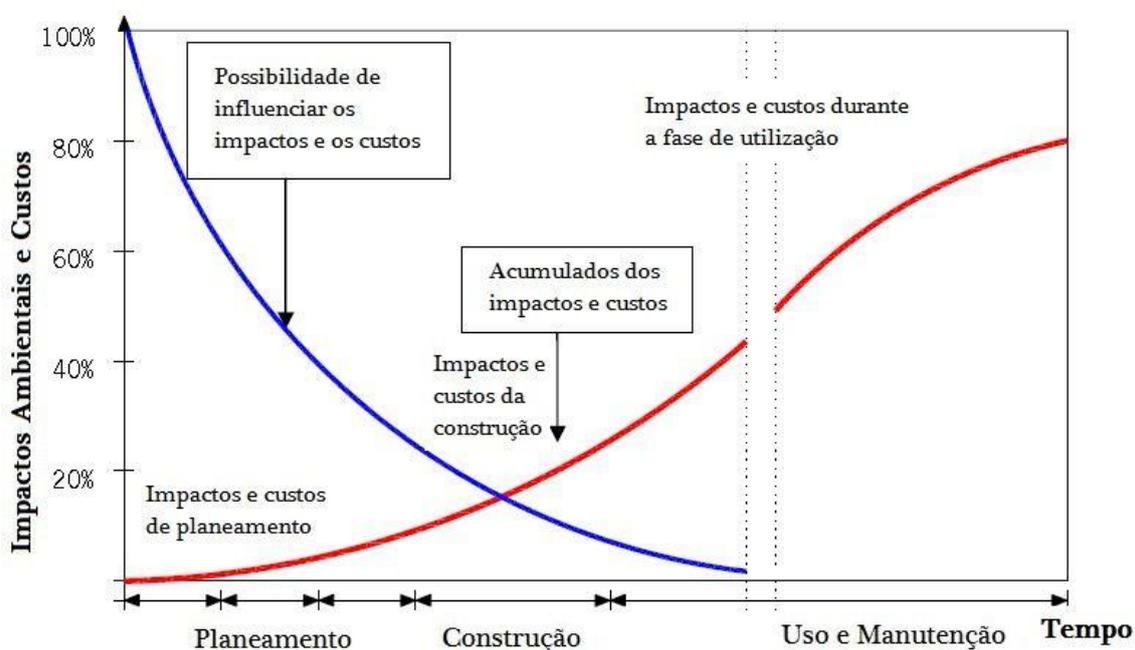
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Importância do Projeto na Construção Sustentável

Segundo Bragança, uma construção só pode ser considerada sustentável quando as três dimensões do desenvolvimento sustentável (ambiental, social e econômica) são ponderadas durante a fase de projeto (Bragança & Mateus, 2004). Neste enquadramento, a importância de considerar a questão da sustentabilidade na fase de projeto vai no sentido de encontrar soluções de longo prazo que garantam o bem-estar e minimizar as necessidades de recursos naturais como o uso da terra, biodiversidade, água, ar e energia ao longo do ciclo de vida de um edifício – conceção, construção, operação e desconstrução (Bragança, Vieira & Andrade, 2014).

De acordo com a figura 1, é possível verificar que o potencial de influenciar o desempenho da construção é mais elevado nas primeiras fases de conceção de projeto e diminui acentuadamente à medida que este progride para o seu término. Assim, se o projeto for bem planeado desde o seu início, incluindo os critérios de sustentabilidade logo nesta fase, a possibilidade de reduzir os impactos negativos é maior, bem como o custo de implementação será menor (Kohler & Moffatt, 2003). Desta forma, admite-se que nas fases iniciais de projeto é possível encontrar as sinergias e as soluções mais simples que tornam possível na prática os objetivos da construção sustentável.

Figura 1: Influência das decisões tomadas nas várias fases do ciclo de vida de um edifício nos respetivos impactos ambientais e de custos



Fonte: Traduzido pelos autores de Kohler & Moffatt, 2003

Segundo Rekola, a construção sustentável requer ainda uma gestão cuidadosa no que se refere ao desempenho global do edifício, considerando os impactos ao longo do seu ciclo de vida e uma comunicação eficaz e de cooperação entre os vários intervenientes responsáveis pelo desenvolvimento do projeto (Rekola, Mäkeläinen & Häkkinen 2012).

2.2 Metodologias para Avaliação do Desempenho de Sustentabilidade do Edifício

Durante as duas últimas décadas tem surgido no mercado um número significativo de ferramentas e sistemas de avaliação e certificação da sustentabilidade em edifícios (Castanheira & Bragança, 2014). Estes sistemas têm como objetivo avaliar quantitativamente os aspetos da sustentabilidade dos edifícios, recorrendo a um conjunto de indicadores de diversas categorias e comunicar os resultados decorrentes da avaliação através de um relatório de fácil interpretação, mesmo quando consultado por pessoas não especializadas na área (Ferreira, Pinheiro, & Brito, 2013). Dentro deste segmento de mercado, o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) e o *Building Research Establishment's Environmental Assessment Method* (BREEAM) são dos sistemas mais disseminados por todo o mundo. No Brasil o sistema *Alta Qualidade Ambiental* (AQUA) juntamente com o LEED são dos mais utilizados. No entanto é de salientar que, apesar do crescente nível de sensibilização das pessoas para a sustentabilidade dos edifícios, atualmente, ainda não existe uma metodologia que seja internacionalmente aceite, havendo na Europa um grupo de trabalho, que se designa CEN/TC 350, que está a uniformizar as regras a que devem obedecer os métodos de avaliação, dentro do espaço Europeu. Refere-se ainda que devido à crescente gravidade dos problemas ambientais alguns destes sistemas de certificação tendem a atribuir uma maior importância a este fator, descurando um pouco os fatores sociais e económicos.

Existem também ferramentas baseadas nos sistemas de Análise de Ciclo de Vida (ACV), tais como o Simapro ou Athena. A avaliação ACV corresponde a uma metodologia de quantificação de potenciais impactos ambientais de um produto ou serviço durante o seu ciclo de vida. No entanto, a adoção da análise ambiental de ciclo de vida em edifícios constitui uma tarefa complexa e morosa, uma vez que a construção incorpora centenas de produtos individuais no mesmo projeto e envolve uma série de empresas e de intervenientes (Mateus & Bragança, 2012). Adicionalmente, no Brasil ainda não existem dados de inventário necessários para uma avaliação rigorosa e precisa (John & Agopyan, 2013). Por estas razões, apesar de ser uma metodologia extremamente valiosa pela precisão com que funciona, as ferramentas de ACV atualmente disponíveis não são utilizadas pela maioria dos decisores do setor da construção.

Por outro lado, existem diferentes perspectivas de sustentabilidade nos vários sistemas de certificação da sustentabilidade dos edifícios. No entanto, estes sistemas contemplam, direta ou indiretamente, algumas categorias de desempenho em comum, tais como: uso do solo; consumo de água; eficiência energética; utilização de materiais ecoeficientes; e qualidade do ambiente interior (Bragança, Mateus & Koukkari, 2007).

2.3 Justificativa do Trabalho

Conforme referido no subcapítulo 2.1, as decisões mais importantes que influenciam o desempenho de um edifício durante o seu ciclo de vida, devem ser tomadas na fase inicial do projeto. Por outro lado, a procura de sustentabilidade desafia os vários responsáveis do projeto (arquitetos, engenheiros, clientes e promotores), a experimentarem a adoção de medidas e soluções que se identifiquem com os princípios da sustentabilidade. Neste sentido, foi desenvolvida uma ferramenta que permita auxiliar a tomada de decisão no que se refere à introdução de soluções sustentáveis na fase de projeto. Pensa-se que através da adequada aplicação desta ferramenta, os objetivos definidos pelo Dono-de-Obra, em termos de sustentabilidade, poderão ser mais facilmente atingidos pela equipa de conceção do projeto através da sua consideração atempada nas diferentes fases de desenvolvimento do projeto. Desta forma, o fato de o projeto ser pensado desde o início, de maneira a integrar medidas

sustentáveis pode permitir uma solução mais equilibrada dos custos no ciclo de vida do edifício, trazendo desde logo benefícios, não só ambientais como também econômicos.

As soluções que integram a ferramenta, tem por base o sistema de certificação LEED. Tal opção resulta do facto de ser um dos sistemas mais utilizados no Brasil e também internacionalmente.

Para se obter a certificação LEED, o projeto deve reunir uma série de requisitos e com as respetivas pontuações dentro de limites pré-estabelecidos, associadas a determinadas metas de desempenho (LEED, 2011). A ferramenta que se propõe apresentar neste artigo, possibilita o acompanhamento das diferentes fases do projeto de um edifício residencial, assumindo em qualquer altura os princípios de sustentabilidade assentes no sistema LEED.

Assim, a ferramenta surge como um instrumento facilitador para a equipa projetista na medida em que permite acompanhar e orientar o desenvolvimento de soluções sustentáveis ao longo das diferentes fases do projeto.

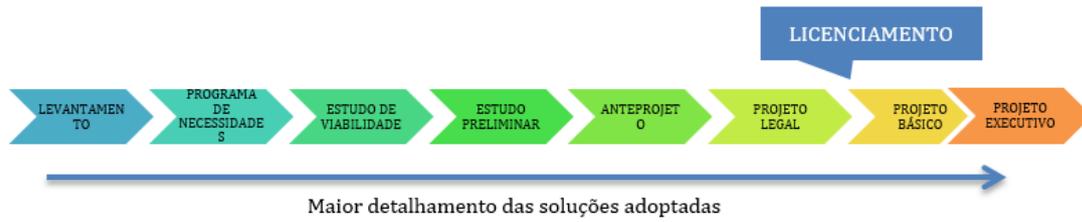
3 ORGANIZAÇÃO DA FERRAMENTA PROPOSTA

A forma como se organiza esta ferramenta concretiza os principais aspetos a ter em consideração ao longo das várias fases do projeto, para que, de um modo objetivo e concreto, sejam abordados determinados parâmetros que, atualmente não são considerados de uma forma evidente à luz da sustentabilidade.

Neste contexto, os parâmetros considerados na ferramenta são baseados nas boas práticas, tanto ao nível da arquitetura, como ao nível das várias especialidades da engenharia, para que uma vez desenvolvidos e corretamente aplicados aos edifícios permita que estes alcancem uma boa qualidade arquitetônica de conforto e salubridade para os utilizadores e um bom desempenho ambiental, económico e social. A ferramenta permite também auxiliar o desenvolvimento do projeto de forma a ser certificado pelo sistema LEED: certificado, prata, ouro ou platina.

Por sua vez, e no que se refere ao faseamento do projeto, de acordo com a norma brasileira NBR 13.531/1995, não foram incluídas na ferramenta as etapas iniciais da norma, nomeadamente o levantamento, o programa de necessidades e o estudo de viabilidade. Admite-se que as decisões mais relevantes em termos de sustentabilidade, nomeadamente o tipo de produto, características e nível de desempenho ocorram nas seguintes fases: i) estudo preliminar; ii) anteprojecto; iii) projeto legal; iv) projeto de execução. Desta forma a ferramenta incide apenas nestas quatro etapas. A figura 2 representa as várias fases de desenvolvimento de um projeto de acordo com a norma brasileira ABNT NBR 13.531/1995.

Figura 2: Fases de desenvolvimento de um projeto



Fonte: Adaptado pelos autores de ABNT NBR 13.531, 1995

Por outro lado, para incluir soluções de sustentabilidade em projeto, é necessário que as mesmas estejam direcionadas para aqueles que são os principais intervenientes. Deste modo, a ferramenta encontra-se estruturada em função das diversas especialidades do projeto, igualmente definidas pela norma NBR 13.531/1995: arquitetura, equipamentos e instalações de água e esgotos, equipamentos e instalações mecânicas e elétricas, sistema estrutural e gestão integrada de resíduos. A figura 3 representa parte da estrutura geral da ferramenta e a forma como se encontra organizada.

Figura 3: Parte da estrutura geral da ferramenta

A	B	C	D	E	F	G
Verificação				Instalações Hidráulicas		
	A	Estudo Preliminar				
	A1			Eficiência no Uso da Água		
	B	Anteprojeto				
	B1			Locais Sustentáveis		
	B2			Eficiência no Uso da Água		
	C	Projeto Legal				
	B1			Locais Sustentáveis		
	C1			Eficiência no Uso da Água		
	D	Projeto de Execução				
	D1			Eficiência no Uso da Água		
				Instalações Mecânicas		
	A	Estudo Preliminar				
	A1			Qualidade do Ambiente Interior		
	B	Anteprojeto				
	B1			Energia e Atmosfera		
	B2			Qualidade do Ambiente Interior		
	C	Projeto Legal				
	C1			Locais Sustentáveis		
	C2			Energia e Atmosfera		
	C3			Qualidade do Ambiente Interior		
	D	Projeto de Execução				
	D1			Energia e Atmosfera		
	D2			Qualidade do Ambiente Interior		
				Instalações Elétricas		
	A	Estudo Preliminar				
	A1			Energia e Atmosfera		
	B	Anteprojeto				
	B1			Energia e Atmosfera		
	C	Projeto Legal				
	C1			Qualidade do Ambiente Interior		
	C2			Locais Sustentáveis		
	D	Projeto de Execução				
	D1			Locais Sustentáveis		
	D2			Energia e Atmosfera		
				Estruturas		
	B	Estudo Preliminar				
	B1			Materiais e Recursos		
	C	Projeto Legal				
	C1			Locais Sustentáveis		
	C2			Materiais e Recursos		
				Arquitetura/Paisagismo		
	A	Estudo Preliminar				
	A1			Locais Sustentáveis		
	A2			Eficiência no Uso da Água		
	A3			Energia e Atmosfera		
	A4			Materiais e Recursos		
	A5			Qualidade do Ambiente Interior		
	B	Anteprojeto				
	B1			Locais Sustentáveis		

Fonte: Produção dos autores

A ferramenta foi desenvolvida com recurso à ferramenta informática MS Excel e está estruturada em função dos vários intervenientes (instalações hidráulicas, instalações mecânicas, instalações elétricas, estruturas, arquitetura e gestão de resíduos). Por sua vez, e conforme elucidado na figura 3, cada especialidade interveniente encontra-se subdividida em função das várias etapas do projeto, permitindo que em cada etapa se disponibilizem diferentes indicadores. A ferramenta encontra-se adaptada para o desenvolvimento de projetos de edifícios residenciais, dada a génese dos métodos utilizados.

Dentro de cada etapa existe um conjunto de indicadores, que correspondem a linhas de orientação que, seguidas cronologicamente irão permitir incluir no projeto soluções de sustentabilidade. Os indicadores de sustentabilidade encontram-se devidamente estruturados e direcionados para determinada especialidade do projeto, por forma a que o projeto cumpra determinados requisitos de desempenho. À medida que o projeto evolui ao longo do seu faseamento, as medidas vão sendo cada vez mais pormenorizadas. Por sua vez, e de forma a organizar os indicadores que integram a ferramenta, os mesmos encontram-se distribuídos em função das cinco áreas gerais avaliadas pelo LEED (locais sustentáveis, eficiência no uso de água, energia e atmosfera, materiais e recursos, e qualidade do ambiente interior). A figura 4 e 5 ilustram a forma como os indicadores estão dispostos na ferramenta.

Figura 4: Pormenor da ferramenta; alguns indicadores na especialidade de instalações hidráulicas

Verificação				Instalações Hidráulicas		
				A Estudo Preliminar		
				A1 Eficiência no Uso da Água		
Pré-requisito	1	OK		(WEp1)	A1.1	Considerar o uso de fontes alternativas de água, tais como reaproveitamentos das águas pluviais, águas cinzentas para fins não potáveis. A qualidade da água deverá ser tomada em consideração com base na sua aplicação ou utilização.
	0	KO		(WEp1)	A1.2	Analisar estratégias para reduzir o consumo de água primária, proveniente da rede de abastecimento público.
	1	OK		(WEp1)	A1.3	Analisar estratégias no sentido de gerir as águas locais associando-se a sua boa qualidade a usos mais nobres e exigentes.
	0	KO		(WEp1)	A1.4	Verificar com entidades competentes se existe algum tipo de cláusulas regulamentares locais para o uso de reaproveitamento de águas cinzentas, água da chuva e águas residuais.
				B Anteprojecto		
				B1 Locais Sustentáveis		
1 cbr	0	KO		(SSc6.2)	B1.1	Pré-dimensionamento do sistema de gestão e tratamento das águas pluviais e identificar as medidas apropriadas para serem tomadas no projeto.
				B2 Eficiência no Uso da Água		
				Implementar estratégias que permitam limitar ou eliminar as necessidades de água potável para irrigação das zonas verdes. Pretende-se com este crédito maximizar os recursos naturais do local de forma a minimizar ou eliminar as necessidades de irrigação. Este crédito...		

Fonte: Produção dos autores

Figura 5: Pormenor da ferramenta; alguns indicadores na especialidade de estruturas

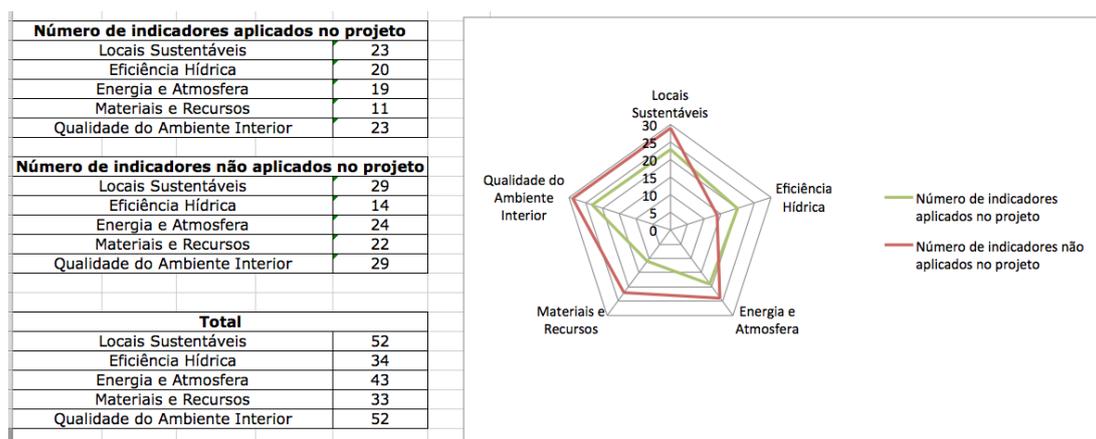
Instalações Eléctricas			
A Estudo Preliminar			
A1 Energia e Atmosfera			
B Anteprojecto			
B1 Energia e Atmosfera			
C Projeto Legal			
C1 Qualidade do Ambiente Interior			
C2 Locais Sustentáveis			
D Projeto de Execução			
D1 Locais Sustentáveis			
D2 Energia e Atmosfera			
Estruturas			
A Estudo Preliminar			
A1 Materiais e Recursos			
(MRc1.1)	A1.1	No caso de se estar a intervir em edifícios existentes, deve-se tentar estender o ciclo de vida dos materiais e reduzir o impacto ambiental de novos edifícios no que se refere ao fabrico, manufatura e transporte de materiais. Elaborar um plano de forma a manter ao máximo a preservação do sistema estrutural do edifício (vigas, pilares, fachadas estruturais, plataformas do telhado, pisos estruturais, alvenarias (interiores e exteriores), etc.). O Leed define os créditos da seguinte forma: 1. Reaproveitar 55% da superfície estrutural, não contabilizando as janelas, portas, materiais perigosos e não estruturais. A este reaproveitamento está associado um ponto; 2. Reaproveitar 75% da superfície estrutural, contabilizando de forma análoga ao ponto anterior. A este reaproveitamento está associado dois pontos; 3. Reaproveitar 95% da superfície estrutural, contabilizando de forma análoga ao primeiro ponto. A este reaproveitamento está associado três pontos.	<p>Estudo Preliminar - Estruturas</p> <p>50% Aplicado 50% Não Aplicado</p>
(MRc1.1)	A1.2	Elaborar uma lista descrevendo todos os elementos estruturais do edifício e aqueles que serão reaproveitados; quantificar a percentagem de elementos que serão reutilizados. Este crédito não se contabiliza, se a área do edifício "novo" em projeto tiver o dobro da área do edifício existente. Os elementos considerados estruturalmente defeituosos e os elementos, os materiais perigosos e os materiais com riscos de contaminação para os ocupantes do edifício devem ser removidos e não são contabilizados neste cálculo.	
LEED Apolo/IA966			
(MRc1.2)	A1.3	No caso de se estar a intervir em edifícios existentes, deve-se tentar estender o ciclo de vida dos materiais e reduzir o impacto ambiental de novos edifícios no que se refere ao fabrico, manufatura e transporte de materiais. Elaborar um plano de forma a reutilizar pelo menos 50% dos elementos interiores não estruturais , tais como paredes interiores, revestimentos de tetos e pisos, portas, paredes interiores e exteriores não estruturais, revestimentos de piso.	

Fonte: Produção dos autores

De forma sucinta, a ferramenta apresenta as seguintes características:

- Cada indicador encontra-se devidamente identificado em função da categoria e respetivo crédito ou pré-requisito associado no sistema LEED. Por exemplo, as categorias Locais Sustentáveis são designadas de “SS”; Energia e Atmosfera “EA”. Para cada categoria encontra-se associado o respetivo crédito (c) ou pré-requisito (p). Desta maneira consegue-se efetuar eventuais alterações ou atualizações à ferramenta de uma maneira mais eficiente;
- Possui um sistema de verificação de conformidade (canto superior esquerdo da figura 4). Este campo tem como objetivo quantificar se o indicador está ou não a ser incluído no projeto. Está igualmente associado um código de cores, de maneira que a que aparecerá a cor “verde” se o crédito estiver implementado; “amarelo” se o crédito não estiver implementado ou “vermelho” se o mesmo for um pré-requisito;
- Na coluna mais à direita, e conforme ilustrado na figura 5, estão associados gráficos, que proporcionam uma melhor visualização do número de indicadores que estão a ser incluídos em cada etapa do projeto. Os gráficos encontram-se desenvolvidos em função das várias especialidade e faseamento do projeto. Deste modo, para cada etapa do projeto e de acordo com a especialidade em questão, é possível quantificar o número de indicadores que estão a ser incluídos;
- No final da ferramenta, e conforme ilustrado na figura 6, foi incluído um gráfico radar, em que cada vértice indica o que está a ser incluído ou não no projeto em cada categoria LEED. Todos os gráficos encontram-se programados para gerarem valores automaticamente em função do número de indicadores que estão a ser ou não incluídos no projeto. Permite-se, desta forma, uma melhor visualização do número de indicadores que foram implementados aquando o término do projeto;
- Por fim, foi desenvolvido dentro da ferramenta uma nova planilha de apoio com informações adicionais. Esta nova planilha tem como objetivo auxiliar os projetistas em alguns indicadores que possam suscitar dúvidas relativamente àquilo que se pretende incluir no projeto, de maneira a cumprir com o indicador em questão. Nestes casos, o indicador possui uma hiperligação que direciona para a célula correta da planilha de apoio permitindo ao projetista visualizar o que se pretende introduzir no projeto. Salienta-se que só alguns indicadores da ferramenta possuem esta característica.

Figura 6: Exemplo da contabilização final do número de indicadores



Fonte: Produção dos autores

Torna-se importante referir que as características, condições e soluções que se pretende implementar no projeto, deverão ser de iniciativa do Dono-de-Obra, já que é o responsável pela encomenda das operações e pela celebração do respetivo contrato de adjudicação.

A ferramenta pressupõe que as exigências legais são cumpridas e que as mesmas são adotadas como requisitos essenciais mínimos nas diferentes especialidades consideradas. Os indicadores que constituem a ferramenta pretendem ajudar a selecionar soluções que melhore, preferencialmente de forma significativa, o desempenho do edifício ao longo do seu ciclo de vida, nas três vertentes do desenvolvimento sustentável (ambiental, social e econômico).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi apresentada uma ferramenta de apoio ao desenvolvimento de projetos sustentáveis de edifícios residenciais. As orientações que a ferramenta propõe devem ser assumidas logo no Programa Preliminar definido pelo Dono-de-Obra, o qual orienta os desenvolvimentos subsequentes do projeto.

A ferramenta procura desmistificar a complexidade às vezes gerada em incluir medidas e soluções sustentáveis que, se colocadas por si próprias e no momento exato, não constituem um fator de incremento de entropia no seio da equipa projetista.

Através da correta aplicação desta ferramenta, é possível acompanhar qualquer uma das fases de desenvolvimento de um projeto, desde o Programa Preliminar, passando pelo Anteprojeto e Programa base até ao Projeto de execução.

Relativamente a evoluções futuras, estas podem passar por aperfeiçoar e otimizar a ferramenta através da efetivação de casos práticos.

As imagens elucidativas da ferramenta apresentadas neste artigo apenas representam uma pequena parte da mesma.

5 AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de pesquisa;

Ao CNPq pela bolsa produtividade em pesquisa;

À FINEP pelo auxílio a pesquisa – Projeto INOVATEC;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio na divulgação da pesquisa – Processo nº 2014/16362-1.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) - **NBR 13.531**. Elaboração de projetos de edificações - Atividades técnicas. 1995.

BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. **Sustentabilidade de soluções construtivas**. Congresso sobre Construção Sustentável, 07 Set. 2004.

BRAGANÇA, L.; MATEUS, R.; KOUKKARI, H. **Perspectives of building sustainability assessment**. Proceedings of the international conference "Portugal SB07", p. 356-365, 12-14 Set. 2007.

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**, 22 Jan. 2014.

CASTANHEIRA, G.; BRAGANÇA, L. The Evolution of the Sustainability Assessment Tool SBTool: From Buildings to the Built Environment. **The Scientific World Journal**, p. 10, 27 Jan. 2014.

CIB. **Sustainable Development and the Future of Construction**. International Council for Building. (1998).

DIEESE. **Estudo Setorial da Construção 2012**. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos, p. 42, Maio 2013.

FERREIRA, J.; PINHEIRO, M. D.; BRITO, J. D. Portuguese sustainable construction assessment tools benchmarked with BREEAM and LEED: An energy analysis. **Energy and Buildings**, p. 451-463, 08 Nov. 2013.

JOHN, V.; AGOPYAN V. **Construção sustentável: mitos, desafios e oportunidades**. Desenvolvimento Sustentável 2012-2050 Visão Rumos e Contradições. Elsevier Editora, 2012.

KOHLER, N.; MOFFATT, S. Life-cycle analysis of the built environment. **United Nations Environment Programme UNEP Industry and Environment**, p.17-21, 09 Abr. 2003.

LEED. **Leadership in Energy and Environmental Design** for new construction and major renovations with alternative compliance paths for projects outside the U.S. USGBC, 2009.

MATEUS, R.; BRAGANÇA, L. **Análise do ciclo de vida de Construções Metálicas**. Luanda, Angola: I Congresso Luso-Africano de Construção Metálica Sustentável, p. 10, 27 Jul. 2012.

MOURÃO, J.; PEDRO, J. B. **Princípios de Edificação Sustentável**. Lisboa, Portugal: Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), 2012.

REKOLA, M.; MÄKELÄINEN, T.; HÄKKINEN T. The Role of design management in the sustainable building process. **Architectural Engineering and Design Management**, p. 78-89, 26 Mar. 2012.

ZUO, J., & ZHAO, Z.-Y. Green building research - current status and future agenda: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, p. 271-281, 07 Nov. 2013.