

# Análise da disponibilidade de investimento em projetos de reabilitação portugueses

Catarina Araújo

University of Minho, School of Engineering, Department of Civil Engineering, Guimarães, Portugal  
[cba@civil.uminho.pt](mailto:cba@civil.uminho.pt)

Luís Bragança

University of Minho, School of Engineering, Department of Civil Engineering, Guimarães, Portugal  
[braganca@civil.uminho.pt](mailto:braganca@civil.uminho.pt)

Manuela Almeida

University of Minho, School of Engineering, Department of Civil Engineering, Guimarães, Portugal  
[malmeida@civil.uminho.pt](mailto:malmeida@civil.uminho.pt)

José Amarílio Barbosa

University of Minho, School of Engineering, Department of Civil Engineering, Guimarães, Portugal  
[jabarbosa@civil.uminho.pt](mailto:jabarbosa@civil.uminho.pt)

**ABSTRACT:** The importance of implementing sustainable practices in buildings is duly proved and understood by the majority of the population. However, its implementation is not yet a reality. Some studies have been performed with the goal of understand this lack of use of sustainable solutions, among building sector stakeholders. The conclusion is that one of the main factors contributing to this is related with economic constraints. Several studies have proven that many sustainable practices correspond to minor costs than traditional practices in a life cycle perspective. However, the building sector stakeholders are not aware of this and do not implement sustainable practices commonly. In this paper a cost-benefit methodology willing to cross this barrier and promote the sustainable practices implementation is presented.

**Keywords:** Building Stakeholders, sustainability, economic viability.

**RESUMO:** Apesar da importância da implementação de práticas sustentáveis estar devidamente comprovada e ser compreendida por grande parte da população, a ampla aplicação e implementação dos conceitos de construção sustentável ainda não é uma realidade. Diversos estudos têm sido realizados com o objetivo de compreender o porquê desta fraca aplicação tendo concluído que um dos principais fatores para tal é o facto de as práticas sustentáveis serem consideradas mais caras. Vários estudos provaram que muitas das medidas de sustentabilidade possuem custos inferiores às tradicionais numa perspetiva do ciclo de vida. Contudo, os profissionais do sector ainda não estão consciencializados deste facto e por isso não implementam medidas de construção sustentável. Neste artigo é apresentada uma metodologia de análise de custo-benefício de medidas de reabilitação sustentável, que pretende ultrapassar esta barreira e promover a implementação de práticas sustentáveis.

**Palavras-chave:** Intervenientes no sector da construção, sustentabilidade, viabilidade económica.

## 1 INTRODUÇÃO

O sector da construção é considerado como um dos que mais contribui para os problemas ambientais da atualidade. É responsável por 30 a 40% do consumo energético, 44% do consumo de materiais (Erlandsson&Borg 2003), sendo identificado como um dos principais contribuidores para as emissões de gases de efeito estufa (Li 2006). Por outro lado, o sector da construção

possui também um impacte significativo a nível social e económico (Mateus&Bragança 2011). Alterações neste sector podem provocar flutuações significativas em indicadores macroeconómicos, tais como o PIB (Produto Interno Bruto), devido às suas elevadas taxas de investimento e à sua contribuição para o emprego e crescimento dos países (Ortiz et al. 2009).

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

Contudo, a sustentabilidade é ainda, em grande parte, vista pelo sector industrial e pelos utilizadores dos edifícios como orientada para o ambiente. Por este motivo é usual que a mesma seja indicada como uma forma de obter benefícios ambientais a longo prazo e elevados custos económicos a curto prazo (Ding 2008).

Apesar de existirem alguns estudos (Araújo et al. 2009, Alwaer&Clements-Croome 2010, Tatari&Kucukvar 2011, Araújo et al. 2013) que comprovam que, numa perspetiva de ciclo de vida, a construção sustentável pode acarretar custos mais baixos do que a construção convencional, esta ideia continua a ser uma das principais barreiras à sua implementação.

Contudo, apesar de todos estes estudos, os profissionais do sector da construção continuam a acreditar que a construção sustentável corresponde a custos iniciais substancialmente superiores e que os benefícios a longo prazo estão apenas relacionados com poupanças energéticas (Issa et al. 2010).

Esta diferença de visões entre os académicos e os profissionais poderá estar relacionada com o facto de os profissionais não serem muitas vezes envolvidos na investigação desenvolvida neste âmbito. A maioria das análises de custo relativas à construção sustentável são efetuadas através de modelos matemáticos elaborados mas sem a direta intervenção de profissionais da construção. Esta falta de comunicação dificulta a transferência de conhecimento entre ambas as partes.

Um estudo realizado por Ahn e Pearce (2007) concluiu que os profissionais da indústria da construção ainda consideram que os edifícios sustentáveis são substancialmente mais caros do que os edifícios convencionais (Ahn&Pearce 2007). Outro estudo mais recente, realizado por Issa et al. (2010) teve como objetivo analisar a opinião dos profissionais acerca das teorias e dos resultados defendidos pelos investigadores no que respeita aos custos e benefícios dos edifícios sustentáveis bem como a relevância desses resultados (Issa et al. 2010). Desta forma foi possível identificar que o facto de os profissionais considerarem que os edifícios sustentáveis representam custos adicionais substancialmente superiores aos edifícios convencionais é o maior entrave a que estes adotem práticas construtivas sustentáveis.

Consequentemente, de forma a potenciar aplicabilidade de práticas sustentáveis é necessário analisa-las tendo em consideração os seus benefícios em termos de sustentabilidade e os seus custos. No entanto, este tipo de análise deve envolver os profissionais do sector da construção, de forma a facilitar a transmissão de conhecimento entre o meio académico e o sector industrial, e de forma a garantir que as práticas sustentáveis vão de encontro aos interesses destes profissionais.

## 2 METODOLOGIA

Tal como anteriormente apresentado, de forma a potenciar a implementação de práticas sustentáveis é necessário por um lado efetuar uma análise de custo-benefício de forma a identificar o nível de sustentabilidade e o custo de cada prática, e por outro, é necessário que esta análise inclua de alguma forma os profissionais do sector da construção, para que os resultados desta análise vão de encontro aos seus interesses e sejam facilmente compreendidos e aceites.

Neste sentido, um estudo está a ser levado a cabo consistindo na análise de um conjunto de medidas relativas aos principais aspetos da sustentabilidade de forma a conhecer a relação entre o seu desempenho e o seu custo, analisando o seu potencial de aplicação por parte dos intervenientes no setor da construção, particularmente no que se refere a operações de reabilitação de edifícios residenciais.

Tendo em conta a abrangência do tema da construção sustentável, serão inicialmente apresentados, neste artigo, os indicadores que serão englobados nesse estudo. Estes indicadores foram selecionados por se considerar serem os principais aspetos caracterizadores do conceito da construção sustentável.

De seguida, será apresentado o método de análise custo-benefício que permite comparar diferentes práticas sustentáveis do ponto de vista da sua viabilidade económica bem como identificar aqueles que preenchem melhor os requisitos dos profissionais do sector dos edifícios bem como dos seus utilizadores.

## 3 INDICADORES SELECIONADOS

Tendo em consideração o objetivo de analisar práticas de reabilitação sustentáveis, foi necessário estudar os principais impactes resultantes do processo de reabilitação de edifícios. O conceito de construção sustentável é extremamente abrangente pelo que existem dezenas de aspetos que podem ser englobados nessa análise.

Ao longo do tempo, têm sido desenvolvidos diversos estudos e projetos cujo objetivo tem sido precisamente o de selecionar os indicadores que caracterizam os impactes mais importantes dos edifícios. Estes estudos foram desenvolvidos através de uma análise das ferramentas de avaliação da sustentabilidade existentes e do trabalho desenvolvido pelos principais organismos de normalização.

No âmbito deste trabalho quatro destas iniciativas foram analisadas: SB Challenge (SBChallenge11 2011), SB Alliance (Freyd 2012), OPEN HOUSE (OPEN HOUSE 2010) e SuPerBuildings (SuPerBuildings 2012). Após comparar os indicadores chave definidos por cada um desses projetos foi possível observar que o número total de indicadores diferentes utilizados pelas diferentes iniciativas é de 43.

Posteriormente cada um destes 43 indicadores foi analisado de forma a compreender a frequência com que era analisado por diferentes metodologias bem como a importância do impacto a que corresponde no âmbito de uma operação de reabilitação.

Pretendeu-se que o conjunto de indicadores selecionado fosse suficientemente abrangente para incluir os principais impactes associados à reabilitação e ao mesmo tempo suficientemente concisa de forma a não tornar o trabalho impraticável. Adicionalmente houve a intenção de que os indicadores selecionados tivessem em consideração os principais impactes relativos à construção em Portugal.

Desta forma, por se considerar que o seu impacto é de elevada importância para a avaliação da sustentabilidade das operações de reabilitação de edifícios, foram selecionados para análise os indicadores apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Indicadores da sustentabilidade selecionados para análise.

Dimensão	Categorias	Indicadores Selecionados	
Ambiente	Energia e Emissões	Consumo de energia primária não renovável Consumo de energia primária renovável Potencial de aquecimento global	
	Água	Consumo de água	
	Materiais e Resíduos		Energia incorporada nos materiais de construção Potencial de depleção de ozono Potencial de acidificação Potencial de eutrofização Potencial de criação de ozono fotoquímico Materiais reutilizados e reciclados Procura responsável de materiais Produção de resíduos
		Conforto e saúde dos utilizadores	Qualidade do ar interior Conforto visual Conforto térmico Conforto acústico
Qualidade de processo		<i>Integrated design project</i> Comissionamento	
Economia		Economia Custos de ciclo de vida	

#### 4 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE CUSTO-BENEFÍCIO

Para efetuar a comparação entre práticas sustentáveis será aplicado um método gráfico, esquematicamente apresentado na Figura 1. Através deste método pretende-se comparar diferentes soluções tendo em consideração a diferença de custos e de desempenho entre as mesmas bem como o seu maior ou menor potencial de aplicação por parte dos profissionais e utilizadores de edifícios. Este potencial de aplicação será determinado tendo em conta a capacidade e vontade de investimento dos referidos intervenientes.

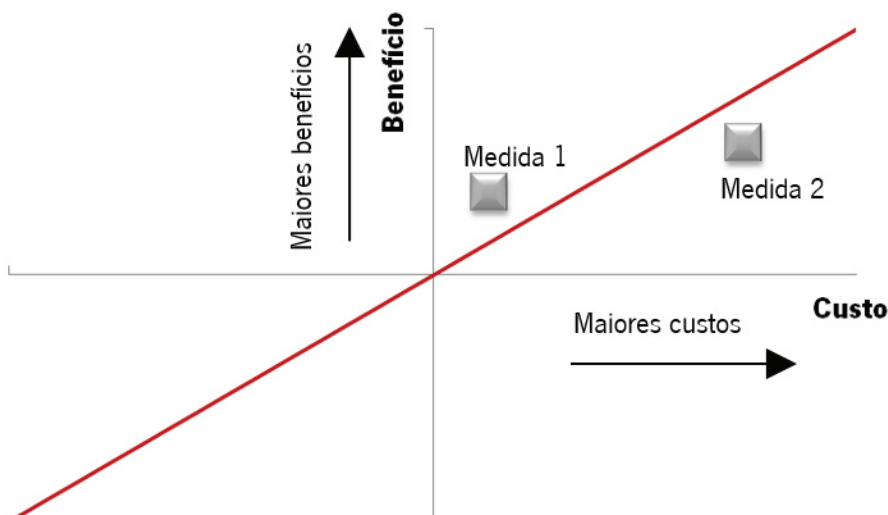


Figura 1. Representação gráfica do método comparativo através do qual as medidas de sustentabilidade serão comparadas.

O eixo vertical deste gráfico representa o nível de sustentabilidade das soluções (benefício) e o eixo horizontal representa os seus custos de ciclo de vida. A reta que atravessa o 1º e 3º quadrante representa a disponibilidade e vontade de investimento dos vários intervenientes em função do benefício que pretendem obter com esse investimento. Este benefício será avaliado ao nível de cada um dos indicadores apresentados anteriormente no capítulo 3.

Após a determinação dessa relação será possível determinar o declive de uma reta, semelhante à reta representada na Figura 1, que permitirá estabelecer uma referência comparativa entre diferentes soluções. Esta reta representa assim o ponto até ao qual os diferentes intervenientes estarão dispostos a investir. As medidas a estudar possuirão maior potencial de aplicação, quanto mais para cima e mais para a esquerda (maiores benefícios, menores custos) estiverem no gráfico.

O tempo de retorno das soluções é um bom indicador da viabilidade económica uma vez que permite conhecer o período de tempo necessário para a recuperar o valor investido. Contudo, por si só não é suficiente para comparar soluções de uma forma adequada. Imaginemos uma solução cujo tempo de retorno seja de 2 meses. Aparentemente o seu potencial de aplicação é enorme. Contudo, se se observar que os seus custos iniciais são muito elevados, apesar de possuir um bom tempo de retorno, estes poderão inviabilizar sua aplicação por parte de muitos intervenientes.

O método apresentado permite ultrapassar esta dificuldade uma vez que permite comparar diferentes soluções tendo em conta o seu desempenho, o seu custos e a capacidade de investimento.

#### **4.1 Comparação entre soluções com retorno de investimento**

Tendo em conta o conjunto de indicadores apresentados no capítulo 3, é possível verificar que existem medidas de sustentabilidade às quais um maior investimento inicial poderá estar associada uma diminuição nos custos do ciclo de vida, uma vez que permitem diminuir os custos operacionais do edifício.

É o caso de medidas relacionadas com o consumo de energia e com o consumo de água. Nesta situação, para a comparação entre soluções, além de se considerar a vontade e disponibilidade de investimento perante uma melhoria do nível de sustentabilidade, é necessário considerar-se também a vontade de investimento perante uma diminuição nos custos operacionais.

Aqui, uma análise bidimensional igual à apresentada na Figura 1 não será suficiente. A comparação das soluções serão efetuadas num gráfico tridimensional constituído por 3 eixos representativos do nível de sustentabilidade, dos custos iniciais e dos custos operacionais. Da mesma forma, o termo comparativo entre as soluções não será uma linha mas sim uma superfície tridimensional. Esta superfície será resultante da conjugação de 2 linhas caracterizantes da relação atribuída pelos intervenientes no sector da construção, entre os custos iniciais e os custos operacionais e pela relação entre os custos iniciais e o nível de sustentabilidade.

#### **4.2 Definição da relação custo-benefício**

Tal como referido, os estudos relativos às análises de viabilidade económicos de medidas de sustentabilidade devem ser direcionados para os intervenientes na construção e para as pessoas que podem efetivamente implementar estas medidas. Deve-se também ter em consideração que a forma de analisar os custos e benefícios de determinado tipo de construção não é a mesma para os diferentes intervenientes no sector dos edifícios.

Cole (1998) aponta que diferentes intervenientes no sector da construção poderão ter diferentes perceções acerca de quais as práticas sustentáveis que consideram mais importantes e de qual o volume de investimento que estariam dispostos a aplicar nas mesmas (Cole 1998). Ding (2008) considera que o promotor do edifício poderá estar mais preocupado com o desempenho económico do edifício, e como tal poderá estar menos disposto a investir em medidas de sustentabilidade (Ding 2008). Por outro lado, o utilizador do edifício poderá estar mais interessado com a qualidade do ar interior, com o conforto e com as condições de segurança e como tal poderá estar mais disponível para aplicar medidas que melhorem estas

questões. De forma a ter em consideração estas diferenças serão efetuadas análises comparativas ao nível do promotor e ao nível do utilizador do edifício.

No ponto anterior foi descrita a forma como as opiniões destes intervenientes será tida em conta na metodologia de análise de custo-benefício apresentada. O levantamento destas opiniões é importante para que se consigam conhecer soluções de sustentabilidade que os intervenientes da sustentabilidade estejam dispostos a implementar. Ou seja, é necessário conhecer o nível de investimento que os diferentes intervenientes (promotor e utilizador) estão dispostos a efetuar.

A disponibilidade e vontade de investimento dos vários intervenientes no sector da construção em relação a cada um dos indicadores de sustentabilidade, na forma de relação matemática representativa de uma curva no gráfico, serão obtidas através da realização de questionários. Esta metodologia de investigação foi selecionada uma vez que se pretende recolher um conjunto alargado de valores numéricos relativos à intenção de investimento por parte dos intervenientes. Foi verificado através de uma revisão bibliográfica que outros estudos (Ahn&Pearce 2007, Issa et al. 2010) que pretendiam conhecer a opinião destes intervenientes também utilizaram esta metodologia de investigação.

Estes questionários irão ser constituídos por dois tipos de perguntas ao nível dos indicadores apresentados na tabela 1. No caso dos indicadores cujo investimento inicial não represente um retorno económico, será apresentada uma única questão. Através desta questão, pretende-se compreender qual o nível de investimento que os intervenientes estão dispostos a efetuar e qual o benefício em termos de sustentabilidade que consideram sensato obter com este investimento.

No caso dos indicadores relativos ao consumo de energia e de água, para além desta será apresentada outra questão, através da qual se pretende compreender qual o investimento inicial que os intervenientes estão dispostos a efetuar para obter uma determinada diminuição nos custos operacionais. Ou seja, será questionado o tempo de retorno pretendido para cada nível de investimento. Para todos os tipos de indicadores avaliados, será ainda questionado aos intervenientes o investimento máximo que disponibilizariam para melhorar o edifício ao nível desse indicador.

De forma a potenciar a obtenção de respostas aos questionários, estes serão desenvolvidos numa ferramenta informática na *internet* de forma a facilitar a sua divulgação. Esta divulgação será efetuada através da utilização de *mailings lists* nacionais, do contacto com associações profissionais e entidades que possuam contactos de profissionais do setor. Adicionalmente, serão efetuados contactos pessoais com entidades chave (empresas, projetistas, donos de obra e utilizadores) e será efetuada divulgação em conferências e seminários relativos à construção sustentável realizados em Portugal.

## 5 CONCLUSÕES

A implementação de práticas sustentáveis ao nível das operações de construção e reabilitação é uma necessidade tendo em conta o objetivo de minimizar os impactes ambientais do sector da construção.

Contudo, a implementação real destas práticas está longe de ser a ideal. Vários estudos comprovam que o motivo que leva a esta fraca implementação está relacionado com o facto de os intervenientes no sector da construção considerarem que as práticas sustentáveis são demasiado caras, quando comparadas com as práticas convencionais. Embora vários estudos tenham comprovado que as práticas sustentáveis podem ser economicamente viáveis, os profissionais continuam a não estar suficientemente consciencializados para tal, sendo esta uma das principais barreiras à ampla aplicação da construção sustentável.

Neste artigo é apresentada um método de análise de custo-benefício que permite comparar diferentes soluções de reabilitação e selecionar as que possuem uma melhor relação entre os custos iniciais, custos operacionais e nível de sustentabilidade, tendo ainda em consideração os interesses dos investidores e utilizadores dos edifícios.

A aplicação deste método permitirá compreender a viabilidade de implementação dos princípios da construção sustentável a edifícios residenciais em Portugal bem como identificar práticas sustentáveis mais facilmente aceites (e implementadas) por parte dos intervenientes no sector da construção.

## REFERÊNCIAS

Ahn, Y. H. and A. R. Pearce (2007). "Green construction: Contractor experiences, expectations, and perceptions." *Journal of Green Building* 2(3): 106-122.

Alwaer, H. and D. J. Clements-Croome (2010). "Key performance indicators (KPIs) and priority setting in using the multi-attribute approach for assessing sustainable intelligent buildings." *Building and Environment* 45(4): 799-807.

Araújo, C., et al. (2009). Evaluation of the Impact of some Portuguese Thermal Regulation Parameters on the Buildings Energy Performance in a Cost/Benefit Perspective. SASBE2012 - Smart and Sustainable Built Environments: Emerging economies. São Paulo, Brasil.

Araújo, C., et al. (2013). "Analysis of some Portuguese thermal regulation parameters." *Energy and Buildings* 58(0): 141-150.

Cole, R. J. (1998). "Emerging trends in building environmental assessment methods." *Building Research & Information* 26(1): 3-16.

Ding, G. K. C. (2008). "Sustainable construction - "The role of environmental assessment tools." *Journal of Environmental Management* 86(3): 451-464.

Erlandsson, M. and M. Borg (2003). "Generic LCA-methodology applicable for buildings, constructions and operation services-"today practice and development needs." *Building and Environment* 38(7): 919-938.

Freyd, A.-C. (2012). *Annual Report 2012 - Sustainable Building Alliance*, Sustainable Building Alliance.

Issa, M. H., et al. (2010). "Canadian practitioners' perception of research work investigating the cost premiums, long-term costs and health and productivity benefits of green buildings." *Building and Environment* 45(7): 1698-1711.

Li, Z. (2006). "A new life cycle impact assessment approach for buildings." *Building and Environment* 41(10): 1414-1422.

Mateus, R. and L. Bragança (2011). "Sustainability assessment and rating of buildings: Developing the methodology SBToolPT-H." *Building and Environment* 46(10): 1962-1971.

OPEN HOUSE (2010). "OPEN HOUSE - Seven Framework Programme Home Page." Retrieved 06/06/2013, 2013, from <http://www.openhouse-fp7.eu/>.

Ortiz, O., et al. (2009). "Sustainability based on LCM of residential dwellings: A case study in Catalonia, Spain." *Building and Environment* 44(3): 584-594.

SBChallenge11 (2011). "Sustainable Building Challenge 2011." Retrieved 06/06/2013, 2013, from <http://sbchallenge.iisbe.org/>.

SuPerBuildings (2012). "SuPerBuildings - Sustainability and Performance Assessment and Benchmarking of Buildings." Retrieved 08/06/2013, 2013, from <http://cic.vtt.fi/superbuildings/>

Tatari, O. and M. Kucukvar (2011). "Cost premium prediction of certified green buildings: A neural network approach." *Building and Environment* 46(5): 1081-1086.