



## REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS PÚBLICOS QUALIFICADOS BASEADA EM ANÁLISE MULTICRITÉRIO

**SILVA, Maria João Falcão (1); COUTO, Paula (2); PINHO, Fernando (3); BARCELOS, João (4)**

(1) Laboratório Nacional De Engenharia Civil, [mjoaofalcao@lnec.pt](mailto:mjoaofalcao@lnec.pt)

(2) Laboratório Nacional De Engenharia Civil, [pcouto@lnec.pt](mailto:pcouto@lnec.pt)

(3) Universidade NOVA de Lisboa, [ffp@campus.fct.unl.pt](mailto:ffp@campus.fct.unl.pt)

(4) Universidade NOVA de Lisboa, [j.barcelos@campus.fct.unl.pt](mailto:j.barcelos@campus.fct.unl.pt)

### RESUMO

A reabilitação de edifícios surge como uma oportunidade para o setor de construção se readaptar, apostando na requalificação do património edificado existente, melhorando, se possível, sua qualidade baseada em princípios de sustentabilidade. Nesse sentido, quando as intervenções em edifícios públicos qualificados planeadas tem fontes de financiamento por fundos públicos, existem várias opiniões que podem apoiar a decisão de intervir ou não. O reconhecimento que um edifício público é qualificado implica uma responsabilidade acrescida nas ações de conservação e reabilitação do mesmo. Com vista à minimização da complexidade de um processo de tomada de decisão, às vezes torna-se necessário aplicar metodologias e / ou ferramentas de apoio, como os modelos baseados em Análise Multicritério, que permitem suporte à decisão pública em problemas complexos que geralmente envolvem múltiplos pontos de vista e opiniões. Este processo ajudará os agentes de decisão na definição das intervenções prioritárias, minimizando seu impacto na redução de gastos e na maximização do investimento por fundos públicos.

O trabalho desenvolvido compreende: i) a descrição do edifício objeto de intervenção; ii) a inspeção e diagnóstico de anomalias identificadas; iii) a apresentação de soluções específicas de intervenção; e; iv) o desenvolvimento de uma análise multicritério. Essa análise utiliza os recursos contidos no software de apoio à decisão do modelo MACBETH, que apoiará o agente de decisão a definir quais intervenções prioritárias a realizar. Os resultados obtidos, e devidamente justificados, visam demonstrar que esta metodologia é muito promissora no apoio à tomada de decisão sobre possíveis intervenções de reabilitação em edifícios de interesse público.

**Palavras-chave:** Análise Multicritério, Apoio à decisão, Reabilitação de edifícios, Inspeção e diagnóstico.

### ABSTRACT

*The building rehabilitation emerges as an opportunity for the construction sector to readapt, betting on the existing building heritage requalification, improving, if possible, its quality based on sustainability principles. In this sense, when interventions financed through public funds are planned in a qualified public building, there are several opinions that can support the decision to intervene or not. The recognition of a qualified public building implies an increased responsibility in the actions of conservation and rehabilitation of the same. To minimize the complexity of a decision-making process it is sometimes necessary to apply methodologies and / or support tools such as the models based on Multicriteria Analysis which allows for public decision support in complex problems that usually involve multiple viewpoints and opinions. This process will help the decision-maker in definition of the priority interventions to be taken while minimizing their impact reducing expenditure and maximizing the public funds investment.*

*The work developed comprises: i) the description of the building object of the study; ii) the inspection and diagnosis of identified anomalies; iii) the presentation of specific intervention solutions; and; iv) the development of a multicriteria analysis. This analysis will use the features of choice contained in the decision support software of the MACBETH model which will assist the decision maker in defining which priority interventions to take. The results obtained and duly justified will aim to demonstrate that the usefulness of this methodology is very promising in supporting decision-making on possible rehabilitation interventions in buildings of public interest.*

**Keywords:** *Multicriteria Analysis, Decision Support, Building Rehabilitation, Inspection and Diagnosis.*

## **1 INTRODUÇÃO**

A reabilitação do património edificado, surge como uma oportunidade do setor da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) se atualizar e adaptar em alinhamento com os modernos princípios de sustentabilidade. De facto, quando se pretende realizar algum tipo de intervenção no edificado, designadamente em públicos, além das intervenções serem maioritariamente financiadas através de fundos públicos, surgem diversas opiniões dos intervenientes que podem ajudar a suportar a processo de tomada de decisão sobre a intervenção prioritária a realizar. O reconhecimento de um edifício de interesse público implica uma responsabilidade acrescida ao nível da conservação e/ ou reabilitação dos mesmos (PAIVA, ET AL., 2006) (BARCELOS, 2019).

De forma a minimizar a complexidade de uma tomada de decisão por vezes é necessário recorrer a metodologias e/ou ferramentas de apoio como sejam os modelos baseados em Análises Multicritério. A estruturação de modelos multicritério permite o apoio à decisão em problemas complexos que geralmente envolvem pontos de vista múltiplos, facilitando a geração de novas oportunidades de decisão e alternativas de escolha tendentes a ultrapassar as eventuais divergências de pontos de vista. Este processo permite auxiliar os agentes decisores na definição das intervenções prioritárias a executar minimizando o impacto das mesmas ao mesmo tempo que se maximiza o investimento de fundos públicos (CLEMEN, 1991)(ESTRELA, 2014)

O presente artigo aborda a temática da reabilitação de edifícios, sendo focados na inspeção e diagnóstico de anomalias em edifícios públicos assim como na utilização de metodologias de apoio à tomada de decisão. à aplicação prática dos conceitos referidos nos capítulos anteriores. O caso de estudo encontra-se dividido em duas partes, uma mais relacionada com inspeção e diagnóstico ao edifício e outra correspondente ao desenvolvimento da análise multicritério, onde são descritas as bases de partida, a análise e tratamento de informação obtidos por meio de inquérito aos especialistas. Finalmente apresenta-se a implementação da análise multicritério no software M-MACBETH prosseguindo-se para a discussão de resultados. Para finalizar são apresentadas conclusões obtidas do estudo desenvolvido.

## **2 REABILITAÇÃO DO PATRIMÓNIO EDIFICADO**

Em Portugal tem-se observado um progressivo entendimento sobre a urgência e a necessidade de reabilitar. É sabido que no passado apenas as intervenções de restauro eram consideradas, tendo esta como alvo principal o património monumental de inestimável valor histórico. No nosso país raramente se observavam cuidados dedicados ao património num conceito mais amplo, isto é, considerando não só os monumentos, mas também o parque habitacional como parte de um todo, do património edificado português (AGUIAR et. al, 2011). Atendendo à importância que na atualidade tem vindo a ser dada à conservação do património edificado é cada vez mais importante o estudo sobre os edifícios antigos e as anomalias que podem surgir nos mesmos ao longo da sua vida útil. Numa fase inicial de um projeto de reabilitação, ou até mesmo na fase anterior à concretização do mesmo, afigura-se como da maior importância a realização de estudos preliminares de reconhecimento e análise de diagnóstico sobre as condições de conservação e segurança em que se encontra todo o edifício, incluindo a sua estrutura. Este processo deve ser realizado e implementado considerando diferentes níveis, que compreendem desde o tecido urbano até ao próprio edifícios e aos seus elementos constituintes (BARCELOS, 2019). Além de identificar as anomalias existentes (análise dos danos) e dos aspetos referidos anteriormente é também muito importante, na compreensão do edifício, proceder a uma análise histórica do mesmo para que se possam reabilitar ou recuperar alguns elementos decorativos que muitas vezes estão escondidos sob as camadas sucessivas de pintura, por paredes ou tetos falsos e por soalhos duplicados. A recolha desta informação juntamente com os dados obtidos da inspeção e do diagnóstico das anomalias vão influenciar diretamente as propostas de intervenção, podendo alterar algumas decisões que inicialmente faziam sentido (PAIVA ET. AL, 2006). Embora o estudo e diagnóstico possa ser feito com base em inspeções e ensaios, a verdade é que o seu principal suporte seja a observação direta. Realizar um diagnóstico em edifícios pode, por vezes, e consoante o número de intervenientes no processo, desencadear algumas divergências de opinião tornando o processo moroso e inconsistente (APPLETON, 2003). Na reabilitação de edifícios públicos, e tendo em conta que na maioria das situações para financiar as operações de reabilitação a que estes são sujeitos ao longo do tempo, se torna necessário recorrer ao uso de fundos públicos, a tomada de decisão torna-se naturalmente complexa. Quando se pretende reabilitar um edifício público surgem várias opiniões sobre quais são as intervenções prioritárias e a forma como os fundos devem ser aplicados (BARCELOS, 2019).

## **3 ANÁLISE MULTICRITÉRIO NO APOIO À TOMADA DE DECISÃO**

Um processo de decisão começa pela identificação do objetivo principal que se pretende alcançar, ou seja, daquilo que se deseja. Posteriormente

analisam-se as alternativas para conseguir atingir o objetivo escolhido e por fim, analisam-se os elementos que são precisos para suportar a decisão. Os elementos devem ser organizados de forma coerente, para que daí resulte a melhor decisão possível (MORETTINI, 2012). O processo de tomada de decisão segue uma determinada sequência de passos: i) Identificação do problema e compreensão dos objetivos; ii) identificação das alternativas; iii) modelação e decomposição do problema; iv) escolha da melhor opção; v) análise de sensibilidade (FRANCO e MONTIBELLER, 2011) (MARUJO DA SILVA, 2016). A Análise Multicritério (AM) permite analisar um grupo de alternativas sobre critérios múltiplos para resolução de um determinado problema, traduzindo uma abordagem quantitativa para apoio ao processo de tomada de decisão a vários níveis, permitindo aos agentes decisores uma visão abrangente e estruturada da problemática. Na AM a forma como cada um dos critérios é “manuseado” apresenta grande interferência na decisão final. A definição de critérios de avaliação, bem como a eficiência na forma como são definidos e ponderados traduzem importância da maior relevância, sendo usualmente desenvolvida pelos agentes decisores tendo em conta a sua perceção, considerando o conjunto de alternativas a avaliar assim como os aspetos que considerem de maior relevância nas alternativas em escolha e análise (MATOS, 2005). A operacionalização de uma AM, para apoiar no processo de tomada de decisão, pode ser efetuada com recurso à metodologia MACBETH. O MACBETH permite fundamentar a ponderação dos critérios e a avaliação das opções em análises qualitativas através da elaboração de um modelo de avaliação quantitativo de valores sobre diferenças de atratividade entre os diferentes critérios. Destaca-se por se basear numa abordagem colaborativa, interativa e evolutiva. A operacionalização de AM tem vindo a ser efetuada, em muitas circunstâncias, com recurso a uma aplicação prática da metodologia MACBETH sob a forma de software (M-MACBETH) (BANA E COSTA et. al, 2003). De facto, o processo de decisão apoiado na metodologia AM concretizada na metodologia MACBETH, surge como uma solução que permitirá aos agentes decisores poderem decidir aonde e quando devem intervir sobre o património edificado considerando as várias perspectivas e interesses dos diferentes interessados (BARCELOS, 2019).

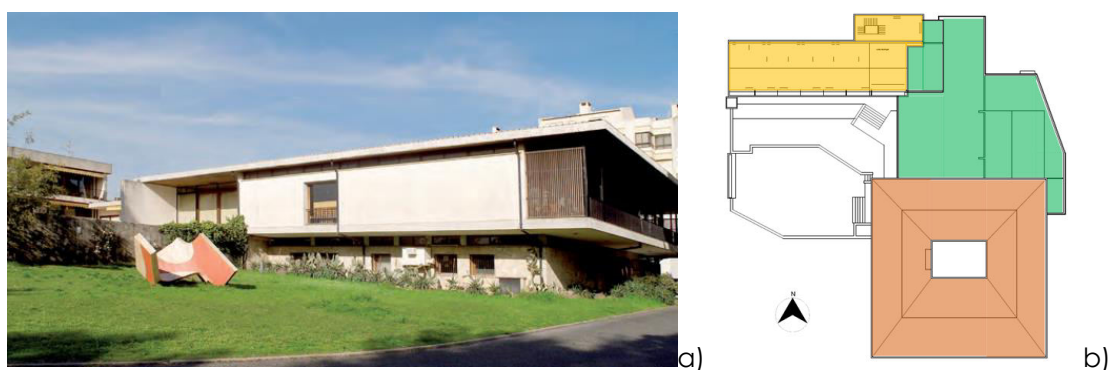
## **4 REABILITAÇÃO DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO BASEADA EM ANÁLISES MULTICRITÉRIO**

### **4.1 Descrição geral do edifício**

O edifício estudado, inaugurado a 19 de dezembro de 1966, é parte integrante de uma instituição pública de investigação e desenvolvimento científico que corresponde a um Monumento classificado como de Interesse Público (MIP) em 2012. Trata-se de um edifício construído para acolher os serviços de apoio social dos trabalhadores da instituição em

causa. É composto por 3 blocos diferenciados, que apesar de possuírem entradas independentes se encontram ligados internamente. O bloco situado mais a Sul alberga o posto médico e serviços administrativos no piso térreo e as zonas destinadas ao convívio dos trabalhadores no 1º piso. O bloco central foi projetado com vista à instalação de um serviço de refeições destinado aos funcionários. No bloco mais a Norte, encontra-se a ala do edifício concebida para servir de Centro de Acolhimento. A estrutura do edifício combina o betão armado, a alvenaria de tijolo e o betão ciclópico. Os revestimentos incluem madeiras exóticas e peças de cerâmica (BARCELOS, 2019) (Figura 1).

**Figura 1 – Edifício estudado: a) perspectiva; b) planta**



Fonte: Barcelos, 2019

## 4.2 Propostas de intervenção

Considerando que se tratam de intervenções sobre um edifício inserido num MIP cujo a proteção e valorização representa um valor cultural de importância nacional, deve proceder-se de forma rigorosa recorrendo, se necessário, a técnicas de ensaio preferencialmente não destrutivas. A utilização de fichas de inspeção é uma das ferramentas utilizadas recorrentemente em muitos trabalhos onde se pretende avaliar o estado de conservação de edifícios. A inspeção do edifício estudado foi realizada recorrendo a um levantamento fotográfico exaustivo e ao preenchimento de oito fichas de inspeção e diagnóstico (BARCELOS, 2019), desenvolvidas tendo por base outros documentos análogos desenvolvidos anteriormente (VICENTE et. al, 2010) (VILHENA, 2011).

No preenchimento das fichas de inspeção para além do levantamento fotográfico da anomalia foi registado o elemento em que foi detetada, os materiais constituintes e o sistema construtivo. Muito embora ainda que de forma preliminar registaram-se, no local da inspeção, as possíveis causas e consequências das anomalias tendo sido atribuída a uma classificação por níveis de intervenção (ligeira, média, profunda e excecional) (BARCELOS, 2019).

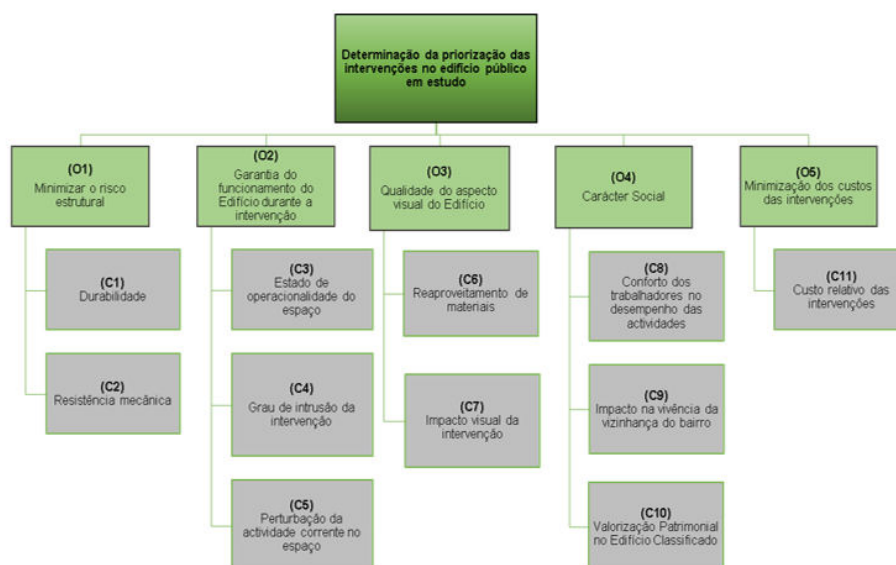
Atendendo ao estado atual do edifício estudado propõem-se, para análise e possível adoção, cinco intervenções - IR: i) Reposição de

revestimento de parede interior - IR1; ii) melhoria das condições de ventilação - IR2; iii) reparação de impermeabilização (tubo de queda) - IR3; iv) reparação de junta dilatação - IR4; v) reparação de viga e correção de impermeabilização - IR5. Considerando a escala de níveis de intervenção indicada e, tendo em conta as estratégias propostas, torna-se possível estabelecer uma relação entre estas e os diferentes níveis de reabilitação. Após identificadas quais as situações mais problemáticas do edifício e decididas quais as propostas de intervenção que cumprirão os objetivos, foi necessário analisar qual a prioridade que deve ser dada ao conjunto de intervenções.

### 4.3 Desenvolvimento da Análise Multicritério

Verificou-se existir uma grande adequabilidade na utilização do método MACBETH para apoio à decisão por permitir hierarquizar a importância relativa que as diversas estratégias de intervenção apresentam. A intervenção de reabilitação economicamente mais vantajosa obtém-se tendo por base um procedimento onde são envolvidos diferentes critérios qualitativos e quantitativos, comparados entre si em termos de atratividade. Identificado o problema, definidas as alternativas e selecionados os intervenientes no processo de decisão procede-se à definição da árvore de valor (Figura 2), organizando de forma estruturada os objetivos (O), principal *Determinação da priorização das intervenções no edifício público* e intermédios, e critérios (C), assim como os níveis de desempenho e níveis de referência de cada critério para que se obtenha uma visão geral e integrada dos mesmos parâmetros. Na definição dos critérios é importante que estes sejam independentes entre si para evitar redundâncias, isto é, para que possam ser avaliados de forma individual e separada.

Figura 2 – Estruturação teórica da árvore de valor

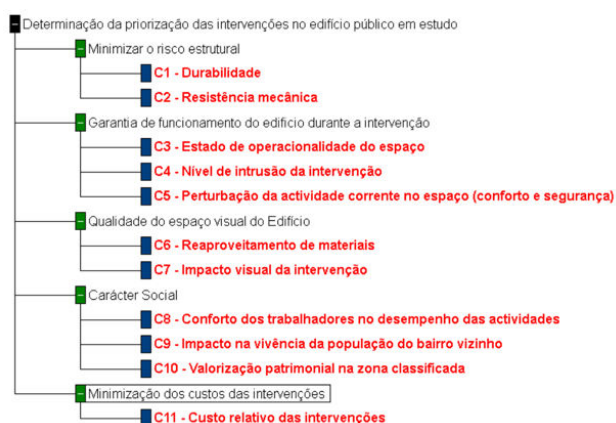


Fonte: Barcelos, 2019

Para que a tomada de decisão seja fundamentada de forma adequada, afigura-se como da maior importância que se considere o envolvimento direto de vários especialistas (Gestor, Projetista, Técnico, Utente). Face ao exposto, durante a Fase de Avaliação e Recomendações recorreu-se a inquéritos que permitam a consideração da opinião de especialistas na aplicação da metodologia, e que, além de imparcial, a opinião reflita as suas valências como especialistas em relação à temática.

Recolhidas as respostas, procedeu-se à junção das várias matrizes, organizadas por critérios, de modo a obter no final da análise individual por cada critério uma Matriz Representativa (Matriz do Facilitador), que resume, através do cálculo da média dos valores atribuídos por cada especialista na avaliação par a par, aquela que é a visão geral dos inquiridos sobre cada um dos critérios. Para desenvolver a AM apoiada por software (M-MACBETH), inseriu-se a informação obtida na fase de estruturação do modelo de avaliação (Figura 3).

**Figura 3 – Árvore de valor implementada no M-MACBETH**



Fonte: Barcelos, 2019

Definidos os critérios, segue-se a introdução das suas características. Para tal, inseriu-se a base de comparação dos níveis de performances (desempenho) qualitativos e níveis de referência superior e inferior (Figura 4).

**Figura 4 – Tabela de performances dos critérios**

Referências globais	C1-Durabilidade	C2-Resist.Mecânica	C3-Operacionalidade	C4-Niv.de intrusão	C5-Perturb. activid.	C6-Resp.de materiais	C7-impacto visual	C8 -Conforto trabalh.	C10-Val. Patrimonial	C11-Custo relativo
[ C1 -Durabilidade ]	Muito elevada	Muito elevada	Muito operacional	Mto pouco intrusivo	Mto pouca perturbação	Ótd. mto elevada	Impacto baixo	Mto elevado	Mto elevada	Extrema
[ C2-Resist.Mecânica ]	Elevada	Elevada	Operacional	Pouco intrusivo	Pouca perturbação	Ótd. elevada	Impacto moderado	Elevado	Elevada	Muito forte
[ C3-Operacionalidade ]	Média	Média	Pouco operacional	Intrusivo	Perturbação média	Ótd. média	Impacto elevado	Moderado	Moderada	Moderada
[ C4-Niv.de intrusão ]	Baixa	Baixa	Mto pouco operaciona	Mto intrusivo	Mta. perturbação	Ótd. reduzida	Impacto mto elevado	Baixo	Baixa	Baixa
[ C5-Perturb. activid. ]	Muito baixa	Muito baixa				Ótd. mto reduzida		Muito baixo	Mto baixa	Muito baixa
[ C6-Resp.de materiais ]						Null				
[ C7-impacto visual ]										
[ C8 -Conforto trabalh. ]										
[ C10-Val. Patrimonial ]										
[ C11-Custo relativo ]										
[ tudo inf. ]										

Fonte: Barcelos, 2019

Na fase seguinte incorporou-se a classificação de cada uma das alternativas consideradas (Intervenções de Reabilitação – IR) relativamente a cada critério, tendo sido obtida a "Tabela de Performances" correspondente (Figura 5).

**Figura 5 – Tabela de performances das intervenções de reabilitação**

Opções	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C10	C11
IR1	Muito baixa	Muito baixa	Operacional	Pouco intrusivo	Pouca perturbação	Nula	Impacto baixo	Moderado	Baixa	Muito baixa
IR2	Baixa	Baixa	Pouco operacional	Pouco intrusivo	Perturbação média	Qtd. média	Impacto muito Baixo	Mto elevado	Moderada	Moderada
IR3	Média	Baixa	Muito operacional	Intrusivo	Pouca perturbação	Qtd. mto reduzida	Impacto moderado	Moderado	Elevada	Moderada
IR4	Elevada	Média	Muito operacional	Intrusivo	Pouca perturbação	Qtd. mto reduzida	Impacto moderado	Moderado	Elevada	Moderada
IR5	Muito elevada	Elevada	Pouco operacional	Mto intrusivo	Mta. perturbação	Qtd. mto reduzida	Impacto muito Baixo	Elevado	Mto elevada	Muito forte

Fonte: Barcelos, 2019

Cada uma das alternativas de "Intervenção de Reabilitação" e o custo relativo associado a cada uma delas foram inseridas no software. Admitiu-se uma escala que tem por base o valor unitário para a intervenção considerada menos dispendiosa, progredindo de forma direta, e no sentido crescente, com o custo associada a cada intervenção.

Posteriormente foram introduzidos os julgamentos MACBETH de diferença de atratividade entre níveis de desempenho para todos os critérios acedendo à área destinada à matriz de julgamentos de determinado critério. A introdução desta informação é realizada, para cada um dos critérios individualmente, com base na informação obtida através das matrizes representativas.

Preenchidas as matrizes referidas utilizou-se a funcionalidade do programa que permite converter os níveis de performance qualitativos em valores numéricos pertencentes a uma escala. Esta escala é criada automaticamente pelo M-MACBETH tendo por base o as referências superior e inferior definidas para cada critério. Foram considerados os valores de pontuação de referência definidos pelo programa, isto é 0 (zero) para o nível inferior e 100 (cem) para o nível de referência superior.

Considerando o ranking apresentado para a ordenação dos critérios os pesos considerados para cada especialista (Gestor=35%, Projectista=30%, Técnico=20%, Utente=15%) obteve-se uma matriz de julgamentos entre os vários critérios, isto é, ordenaram-se os critérios por ordem decrescente de atratividade global. Após o preenchimento da matriz, gerou-se uma escala uma escala de pesos MACBETH. Neste sentido, à medida que se vai criando o modelo, o software vai verificando e conseqüentemente validando a consistência de julgamentos das matrizes, confirmando a inexistência de julgamentos incompatíveis.

## 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O software M-MACBETH gera tabelas onde é possível observar os pesos associados a cada critério, as pontuações parciais e globais das IR. A organização da lista de alternativas da tabela é feita por ordem



decrecente de atratividade global, ou seja, com base na pontuação global daquela que é mais atrativa para a que menos atratividade apresenta (Figura 6).

**Figura 6 – Tabela com pontuações globais**

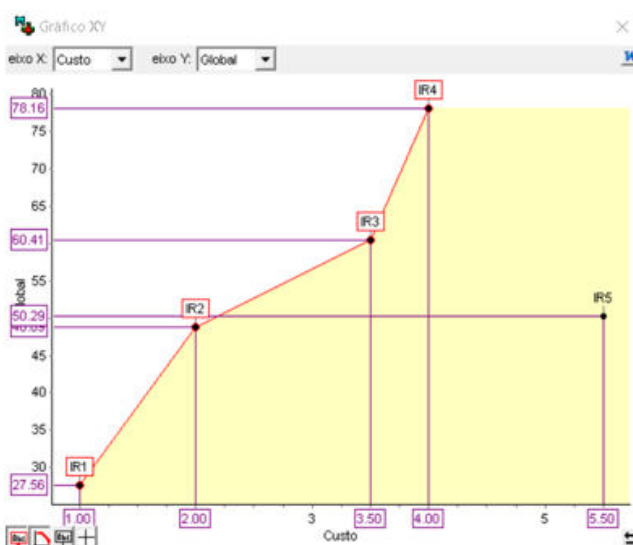
Opções	Global	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C10	C11
[ tudo sup. ]	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
IR4	78.16	100.00	71.43	150.00	0.00	100.00	0.00	100.00	100.00	166.67	44.44
IR3	60.41	66.67	0.00	150.00	0.00	100.00	0.00	100.00	100.00	166.67	44.44
IR5	50.29	133.33	100.00	0.00	-75.00	-133.33	0.00	233.33	166.67	233.33	100.00
IR2	48.89	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	100.00	233.33	233.33	100.00	44.44
IR1	27.56	-50.00	-28.57	100.00	100.00	100.00	-50.00	166.67	100.00	0.00	-88.89
[ tudo inf. ]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pesos :		0.1818	0.1636	0.1091	0.1455	0.1273	0.0545	0.0727	0.0182	0.0364	0.0909

Fonte: Barcelos, 2019

Observa-se que nas situações em que: i) uma IR apresenta uma pontuação parcial nula, esta é considerada como tendo um desempenho “neutro”; ii) determinada IR apresenta valores de pontuação parcial negativa, o seu desempenho é inferior ao valor considerado como “neutro”; iii) os valores de pontuação parcial de IR se situam entre 0 e 100, há a indicação de se estar perante um desempenho situado entre o “neutro” e o “bom”; iv) com pontuações parciais de valor igual a 100 são consideradas como tendo um desempenho “bom”; v) se obteve pontuação parcial superior a 100, o desempenho da IR é superior àquele considerado como “bom”. Refere-se que no caso estudado nenhuma das alternativas obteve valor de pontuação global próximo de 100, o que reflete que a exigência proveniente dos especialistas é alta e que a resposta dada pelo conjunto de critérios escolhido para a análise deste problema é satisfatória (Barcelos, 2019).

Com intuito de completar a análise dos resultados, e efetuar as comparações adequadas, foram gerados gráficos custo-benefício, considerando no eixo XX o custo relativo da IR e no eixo YY os objetivos, definidos na árvore de valor, sob a forma dos benefícios identificados e considerados. Para que a análise fosse conclusiva tornou-se necessário avaliar o problema considerando todos os critérios e objetivos, pelo que foi gerada a relação custo benefício global (Figura 7).

**Figura 7 – Relação custo-benefício global**



Fonte: Barcelos, 2019

Da análise dos resultados é possível perceber que das 5 alternativas consideradas para o problema da determinação da priorização das intervenções no edifício público em estudo, uma delas, a IR5 foi excluída como hipótese pelo modelo. Apesar da pontuação global ser superior às restantes alternativas consideradas, esta apresenta o maior custo relativo, isto é, apresenta um custo demasiado elevado para o benefício que trará tendo em conta os critérios utilizados. O M-MACBETH define como elegíveis para a tomada de decisão as IR1, IR2, IR3 e IR4. Do ponto de vista do analista, optou-se por excluir de imediato a IR1 pela pontuação global (benefício) baixa que esta apresenta comparativamente às restantes. Realizando a análise entre as alternativas restantes (IR2, IR3 e IR4), de um ponto de vista mais detalhado em cada um dos objetivos, observou-se que a IR2 apresenta uma prestação eficiente em todos eles, com exceção do objetivo O2. Relativamente à IR3, esta apresenta um desempenho individual em cada objetivo razoável, o que resulta num desempenho eficiente em termos globais. Em relação à IR4, apesar de esta não ser considerada como “eficiente” individualmente em 4 dos 5 objetivos definidos, apresenta um desempenho bastante relevante em termos globais onde se observa a maior pontuação e um custo ponderado perante o mesmo fator para as restantes alternativas. Desta forma, considerando o custo relativo e a performance em termos globais pelo uso do M-MACBETH, considera-se que a tomada de decisão sobre a intervenção de reabilitação que deve ser prioritária no edifício em estudo recai sobre a IR4 (BARCELOS, 2019).

## 6 CONCLUSÕES

A obrigação pela defesa e conservação do património edificado por parte dos gestores de ativos tem vindo a tornar-se uma preocupação cada vez maior na atualidade. Tratando-se de património classificado são

diversos os fatores e os interesses associados nas intervenções de conservação e/ou reabilitação.

Para que a tomada de decisão por parte das entidades gestoras tome forma, ficou clara a importância das AM. Através destas o processo decisivo, usualmente complexo, torna-se mais claro, objetivo e devidamente justificado. A escolha da metodologia MACBETH fundamentou-se no facto desta se apresentar como uma alternativa que dava resposta às diretrizes preconizadas e enquadradas no âmbito do disposto para as AM, nomeadamente pelo facto do MACBETH apresentar fundamentos teóricos consolidados e por apresentar provas dadas na aplicação em outros casos de estudo em que o objetivo final se apresentava como muito semelhante.

A metodologia MACBETH exige uma preparação rigorosa: i) na definição de objetivos; ii) dos critérios associados a cada um dos objetivos; iii) no método utilizado para obter a opinião de cada especialista. É na fase de estruturação que é dedicado a maior quantidade de tempo, pois tem de se partir de uma base sólida do modelo para que se obtenham recomendações com solidez idêntica.

A materialização dos resultados foi possível mediante a utilização do software M-MACBETH. Os resultados obtidos e analisados permitem aos agentes decisores tornar o processo de tomada de decisão mais eficiente, na medida em que esta pode ser fundamentada em aspectos e opiniões que, apesar de, muitas vezes, diversos entre si, possibilitaram obter decisões robustas e fiáveis.

Para o caso de estudo analisado, e devidamente fundamentado, através das ferramentas desenvolvidas para a inspeção de anomalias e consequentemente caracterização das situações detectadas, foi possível concluir que o modelo desenvolvido no MACBETH e implementado no software M-MACBETH é válido e robusto para fundamentar a tomada de decisão pelos agentes decisores.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J., CABRITA, A., APPLETON, J., **Guião de Apoio à Reabilitação de Edifícios Habitacionais**, 2011.
- APPLETON, J., **Reabilitação de Edifícios Antigos – Patologias e Tecnologias de Intervenção**, Edições Orion, 2003.
- BANA E COSTA, C., DE CORTE, J, VANSNICK, J., MACBETH. **Overview of MACBETH multicriteria decision analysis approach**, International Journal of Information Technology and Decision Making, 14, pp. 359–387, 2003.
- BARCELOS, J., **Análise Multicritério na Reabilitação de Edifícios - Apoio à decisão na intervenção num edifício de interesse público**, 2019, Dissertação de Mestrado, FCT-UNL.

- FRANCO, L., MONTIBELLER, G., **Problem Structuring for Multicriteria Decision Analysis Interventions**, Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science, 2011.
- MARUJO DA SILVA, N., **Análise multicritério na priorização de intervenções em quebra-mares de talude**, 2016, Tese de Doutoramento, IST-UL.
- MATOS, M., **Ajuda Multicritério à Decisão – Introdução**, pp.1–23, (<https://paginas.fe.up.pt/~mam/AD-intro.pdf>), 2005.
- MORETTINI, R., **Tecnologias Construtivas para a Reabilitação de edifícios: Tomada de decisão para uma reabilitação sustentável**, (<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-04072012172723/>), 2012
- PAIVA, J., AGUIAR, J., PINHO, A. **Guia Técnico de Reabilitação Habitacional**. Edições LNEC, 2006.
- VICENTE, R., MENDES DA SILVA, J, VARUM, H., COSTA, A., **Avaliação da vulnerabilidade sísmica do Núcleos Urbanos Antigos do Seixal**, SÍSMICA 2010, Aveiro, Portugal, 2010.
- VILHENA, A. **Método de Avaliação do Estado de Conservação de Edifícios - Análise e contributos para o seu aperfeiçoamento e alargamento do âmbito**, 2011, Tese de Doutoramento, IST-UL.