



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
CENTRO DE TECNOLOGIA

LUIZ CARLOS MAGALHÃES OLIMPIO

**MODELO HÍBRIDO DE APOIO À DECISÃO MULTICRITÉRIO NA
MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE PATRIMÔNIOS CULTURAIS EDIFICADOS DE
SOBRAL**

FORTALEZA

2020

LUIZ CARLOS MAGALHÃES OLIMPIO

MODELO HÍBRIDO DE APOIO À DECISÃO MULTICRITÉRIO NA MANUTENÇÃO
PREVENTIVA DE PATRIMÔNIOS CULTURAIS EDIFICADOS DE SOBRAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Área de concentração: Construção Civil

Orientadora: Profa. Dra. Vanessa Ribeiro Campos.

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- O39m Olimpio, Luiz Carlos Magalhães.
Modelo híbrido de apoio a decisão multicritério na manutenção preventiva de patrimônios culturais edificados de Sobral / Luiz Carlos Magalhães Olimpio. – 2021.
216 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Fortaleza, 2021.
Orientação: Profa. Dra. Vanessa Ribeiro Campos.
1. Apoio à decisão multicritério. 2. Patrimônio cultural edificado. 3. Manutenção preventiva. 4. Vulnerabilidade sísmica. I. Título.

CDD 624.1

LUIZ CARLOS MAGALHÃES OLIMPIO

MODELO HÍBRIDO DE APOIO À DECISÃO MULTICRITÉRIO NA MANUTENÇÃO
PREVENTIVA DE PATRIMÔNIOS CULTURAIS EDIFICADOS DE SOBRAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Área de concentração: Construção Civil

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Vanessa Ribeiro Campos (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Romeu da Silva Vicente
Universidade de Aveiro (UA)

Prof. Dr. Anselmo Ramalho Pitombeira Neto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

À professora Vanessa Ribeiro Campos por guiar e apoiar minha jornada acadêmica e pessoal, e pela preciosa orientação, dedicação, e confiança essenciais para o sucesso deste trabalho.

Ao professor Esequiel Mesquita por elucidar a relevância da problemática, na colaboração no desenvolvimento da pesquisa, e principalmente na reflexão sobre o papel do pesquisador.

Aos professores Romeu Vicente e Anselmo Pitombeira por compor a banca avaliadora e aos importantes apontamentos e sugestões.

Ao Laboratório de Reabilitação e Durabilidade das Construções, e à Larissa Mota por partilhar dados valiosos e contribuir nos resultados.

Ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, e à Prefeitura de Sobral pela disponibilização de documentos, e pelas iniciativas fundamentais para a salvaguarda e valorização do patrimônio histórico edificado.

A todos os agentes protetores e articuladores do patrimônio cultural de Sobral, e em especial à Marcely Portella, Artur Paiva, Neicy Sotero, Raylane Neres, Fátima Menezes, Orlando Ramos, Romeu Duarte e outros exímios profissionais que colaboraram de forma direta ou indireta com os resultados da pesquisa.

Aos membros do grupo de pesquisa CONSTRUIR pelo caloroso compartilhamento de experiências e conhecimentos, e pela oportunidade de participar em estudos e atividades relevantes para o campo científico.

Ao corpo docente do programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil pelos valiosos ensinamentos na esfera acadêmica, profissional e pessoal, e à secretaria do programa e seus funcionários pelo excelente trabalho.

Aos amigos de turma do programa pelo acolhimento, trocas de aprendizagem e descontração, e ao José de Souza pela amizade e contribuição.

À minha companheira Camila Pinho pela motivação, apoio e lições diárias de sensibilidade e amor.

Aos meus pais, Assunção e Iberê, meus educadores basilares e responsáveis por todos os sucessos que conquistei e que irei conquistar, e à minha irmã, Marise, pelas conversas e ensinamentos de perseverança e empatia.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“Cities are amalgams of buildings and people. They are inhabited settings from which daily rituals – the mundane and the extraordinary, the random and the staged – derive their validity...The city is the ultimate memorial of our struggles and glories.” (KOSTOF, 1991)

RESUMO

Quando as edificações são reconhecidas por sua representatividade histórica e cultural elas podem ser classificadas como patrimônios culturais edificados. Estes patrimônios devem ser preservados devido seus valores tangíveis e intangíveis, e são frequentemente vulneráveis devido suas características construtivas. Neste aspecto, a tomada de decisão envolvendo intervenções nestas edificações se torna complexa, ao dever considerar características não só estéticas e estruturais, mas também subjetivas. Este trabalho propõe um modelo para tomada de decisão multicritério na manutenção compreendida dentro de um processo de conservação preventiva e sustentável em patrimônios culturais edificados no centro histórico tombado da cidade de Sobral-CE. O modelo promove a educação do conhecimento de especialistas de áreas-chaves para a ponderação dos critérios por meio de um método que adota o teorema de Bayes (*Bayesian Best-Worst*). Então, as edificações são avaliadas em duas etapas: a primeira remete à análise da vulnerabilidade estrutural considerando a atividade sísmica do município, realizado pelo LAREB e modificado para variáveis *fuzzy*; enquanto a segunda é a coleta de preferências dos decisores. Por fim, é realizada a aplicação de um método de priorização para decisões em grupo (FG-MULTIMOORA), permitindo a ordenação hierárquica. Nove subcritérios foram identificados e avaliados, e estão compreendidos em três critérios nomeados vulnerabilidade estrutural, significância cultural, e potencial e restrições. A ponderação indicou forte influência do valor social na definição de ações de manutenção preventiva, à frente das fachadas, cobertas e qualidade dos materiais construtivos. O estudo também indicou as restrições econômicas e normativas como o subcritério menos importante. As primeiras posições da hierarquia são ocupadas por edificações que tiveram consenso na avaliação de sua importância pelos decisores. Dentre estas estão equipamentos socioculturais e edificações que obtiveram maiores índices de vulnerabilidade. Esta pesquisa contribui apresentando um modelo de decisão robusto e inédito para a conservação do patrimônio cultural edificado, e considera critérios alinhados com as diretrizes de preservação do patrimônio material e ao estudo de tombamento, como também aspectos econômicos e sociais importantes para o município, promovendo seu desenvolvimento sustentável. Os resultados são relevantes ao promover um reconhecimento analítico e multidisciplinar do cenário, e dar suporte à um processo decisório transparente e sistemático na promoção de estratégias, políticas e intervenções preventivas em edificações e sítios históricos.

Palavras-chave: apoio à decisão multicritério, patrimônio cultural edificado, manutenção preventiva, vulnerabilidade sísmica.

ABSTRACT

When buildings are recognized for their historical and cultural representativeness, they can be classified as cultural built heritage. These heritage buildings must be preserved due its important tangible and intangible value, and because they are often vulnerable due their constructive solutions. In this regard, decision making involving interventions became complex, as it needs to consider not only aesthetic and structural characteristics, but also subjective ones. This research elaborates a hybrid model for multicriteria decision making in the maintenance comprised in a preventive conservation approach in built heritage in the historic center of the city of Sobral in Brazil. The model elicits expert knowledge of key areas for criteria weighting using a method that adopts the Bayes theorem (BBWM). The built historical heritage are evaluated in two stages: The first is the analysis of structural vulnerability considering the seismicity of the city of Sobral, carried out by the Structural Assessment and Rehabilitation Laboratory (LAREB), and modified for *fuzzy* variables. The second is the collection of decision makers' preferences. Finally, a prioritization method to group decisions is applied (FG-MULTIMOORA), resulting in a hierarchical ordering. Nine sub-criteria are assessed and comprised in three criteria named structural vulnerability, cultural significance, and potential and constraints. The weighting indicated the strong influence of social value in the definition of preventive maintenance policies, ahead of the facades, roofs and quality of construction materials. The results also indicate economic and regulatory constraints as the least important subcriterion. The hierarchy indicates the buildings that occupy the first positions to those that had a consensus in the assessment of decision makers. Among these are socio-cultural equipment and buildings that have obtained higher vulnerability indexes. This research contributes by presenting a robust and novel decision model for the maintenance of built historical heritage, considering multiple criteria aligned with the material heritage preservation charters and national listing studies, as well as important economic and social aspects for the city, promoting its sustainable development. The results are relevant by promoting an analytical and multidisciplinary recognition of the scenario, and by supporting a transparent and systematic decision-making process in the promotion of preventive strategies, policies and interventions in historical sites and heritage buildings

Keywords: multicriteria decision aid, cultural built heritage, preventive maintenance, seismic vulnerability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área de proteção e de seu entorno do sítio histórico de Sobral.....	29
Figura 2 – Processo de ponderação e agregação de pesos em BBWM.....	37
Figura 3 – Gráfico do modelo probabilístico do Bayesian BWM.....	42
Figura 4 – Etapas do modelo de apoio a tomada de decisão	45
Figura 5 – Modificação em coleta de vetor de melhor com outros	53
Figura 6 – Árvore de critérios e pesos	55
Figura 7 – <i>Credal Ranking</i>	57
Figura 8 – Gráfico de variações da ordem dos subcritérios entre estudo de caso e cenários...	65
Figura 9 – Conjunto <i>fuzzy</i> triangular.....	87
Figura 10 – Diagrama do método FG-MULTIMOORA.....	88
Figura 11 – Fases da metodologia	94
Figura 12 – Organograma da Fase A, B, C e D do modelo e suas etapas.....	95
Figura 13 – Alternativas Edificações.....	98
Figura 14 – Critérios para conservação dos patrimônios no conjunto histórico de Sobral.....	99
Figura 15 – Conjuntos <i>fuzzy</i> triangulares para coleta de dados.....	101
Figura 16 – Árvore de critérios e seus respectivos coeficientes.....	109
Figura 17 – <i>Credal Ranking</i>	112
Figura 18 – Variação da ordem dos subcritérios entre estudo de caso e cenários	120
Figura 19 – Gráfico de ordens para decisores individuais e em grupo	131
Figura 20 – Gráfico da ordem hierárquica das alternativas em cenários	139
Figura 21 – Gráfico da ordem hierárquica das alternativas em diferentes métodos.....	142

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Patrimônios histórico-arquitetônicos de Sobral - CE	30
Quadro 2 – Revisão de critérios e temas em MCDM em patrimônio histórico edificado	48
Quadro 3 – Especialistas para ponderação dos critérios	52
Quadro 4 – Princípios de intervenção em patrimônios arquitetônicos históricos.	73
Quadro 5 – Princípios para concessão de projetos de intervenção	74
Quadro 6 – Metodologia para cálculo do índice de vulnerabilidade	78
Quadro 7 – Grau de confiança na informação e função intervalo para transformação.....	99
Quadro 8 – Sistema de classificação de estimativas de custo	100
Quadro 9 – Transformação fuzzy para índice de vulnerabilidade do Museu Dom José.....	100
Quadro 10 – Funções fuzzy em conjuntos difusos	101
Quadro 11 – Especialistas que participam na ponderação de critérios	102
Quadro 12 – Decisores que participaram da hierarquização de alternativas.....	103
Quadro 13 – Somatório dos parâmetros de avaliação de vulnerabilidade sísmica.....	122

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Representação dos índices para método BWM e BBWM	36
Tabela 2 – Matriz de respostas dos especialistas.	54
Tabela 3 – Coeficiente de consistência baseado no número de critérios	58
Tabela 4 – Taxas de consistência das operações.....	59
Tabela 5 – Comparação entre métodos	59
Tabela 6 – Diferenças entre os coeficientes na ordem hierárquica	60
Tabela 7 – Matriz resposta para análise de sensibilidade 1	61
Tabela 8 – Matriz resposta para análise de sensibilidade 2	61
Tabela 9 – Matriz resposta para análise de sensibilidade 3	62
Tabela 10 – Pesos e hierarquia de critérios e subcritérios em análise de sensibilidade	63
Tabela 11 – Matriz de respostas dos especialistas	105
Tabela 12 – Diferença entre pesos dos critérios entre os métodos e ordem.....	113
Tabela 13 – Comparação de resultados entre método com e sem Teorema de Bayes	113
Tabela 14 – Indicadores de consistência para o método <i>Best-Worst</i>	114
Tabela 15 – Análise de sensibilidade 1	115
Tabela 16 – Análise de sensibilidade 2	116
Tabela 17 – Análise de sensibilidade 3	116
Tabela 18 – Resultados das análises de sensibilidade e comparativo ao caso.....	117
Tabela 19 – Índices de Vulnerabilidade <i>Fuzzy</i> das edificações	121
Tabela 20 – Matriz de preferências dos decisores em termos linguísticos.....	124
Tabela 21 – Posições das alternativas por ordem média dos decisores sem pesos.....	124
Tabela 22 – Pesos dos critérios e subcritérios adotados na avaliação.....	126
Tabela 23 – Resultados da aplicação do método FG-MULTIMOORA.....	127
Tabela 24 – Ordem individual de alternativas	130

Tabela 25 – Redução de qualidade de informações em um índice	133
Tabela 26 – Diferenças em resultados com mudança na qualidade de informação.....	134
Tabela 27 – Coeficientes de Importância dos Critérios	136
Tabela 28 – Ordem dos cenários.....	137
Tabela 29 – Ordem hierárquica das alternativas em diferentes métodos.	141

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BWM	Método <i>Best-Worst</i>
BBWM	Método <i>Bayesian Best-Worst</i>
CEF	Caixa Econômica Federal
COEPA	Conselho Estadual de Preservação do Patrimônio Cultural do Ceará
COTEPA	Comissão Técnica do Patrimônio Cultural
IPHAN	Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
ICCROM	<i>International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property</i>
ICOMOS	<i>International Council on Monuments and Sites</i>
FG-MULTIMOORA	<i>Fuzzy Group Objective Optimization by Ratio Analysis plus full Multiplicative form</i>
LAREB	Laboratório de Reabilitação e Durabilidade das Construções
PDP	Plano Diretor Participativo
PDUI	Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado
PEC	Plano Estadual da Cultura
PMS	Prefeitura Municipal de Sobral
MCDM	Método de Tomada de Decisão Multicritério
MCMC	Markov <i>Chain</i> Monte Carlo
MINC	Ministério da Cultura
MOORA	<i>Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis</i>
MULTIMOORA	<i>Multi-objective optimization by ratio analysis plus full multiplicative form</i>
NBR	Norma Brasileira
PACCH	Programa de Aceleração do Crescimento das Cidades Históricas
RMS	Região Metropolitana de Sobral
SEURB	Secretaria do Urbanismo, Patrimônio Histórico e Meio Ambiente de Sobral
SEUMA	Secretaria do Urbanismo e Meio Ambiente de Sobral
SECJEL	Secretaria de Cultura, Juventude, Esporte e Lazer de Sobral
SECULT	Secretaria da Cultura do Estado do Ceará
SIEC	Sistema Estadual do Patrimônio Cultural
TD	Tomador de Decisão
UFC	Universidade Federal do Ceará
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
URBIS	Programa de Reabilitação Urbana de Sítios Históricos

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	16
1.1	JUSTIFICATIVA	19
1.2	OBJETIVOS	22
1.3	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	23
2.	SELEÇÃO E PONDERAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA A CONSERVAÇÃO PREVENTIVA DE PATRIMÔNIOS EDIFICADOS – CASO DE SOBRAL-CE .	24
2.1	INTRODUÇÃO	25
2.2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
2.2.1	Gestão do Patrimônio Cultural Edificado	27
2.2.2	Gestão do Sítio Histórico de Sobral	29
2.2.3	A Conservação Preventiva	32
2.2.4	Métodos Multicritério de Tomada de Decisão	34
2.2.5	Método Bayesian Best Worst	36
2.3	METODOLOGIA	45
2.3.1	Critérios	46
2.3.2	Especialistas	52
2.4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
2.4.1	Ponderação de Critérios	53
2.4.2	Comparação com método BWM	58
2.4.3	Análise de Sensibilidade	60
2.5.	CONCLUSÕES	66
3.	MODELO MULTICRITÉRIO PARA HIERARQUIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM PATRIMÔNIOS EDIFICADOS DE SOBRAL-CE	69
3.1	INTRODUÇÃO	70
3.2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	72
3.2.1	Intervenção no Patrimônio Cultural Edificado	72
3.2.2	Vulnerabilidade do Patrimônio Cultural Edificado	76
3.2.3.	Decisão multicritério em patrimônios edificados	79
3.2.4	Modelo de Decisão Multicritério	80
3.2.5	Métodos de Tomada de Decisão Multicritério	82
3.2.6	A Lógica Fuzzy em problemas de decisão multicritério	85
3.2.7	Método Fuzzy-Group Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis Plus Full Multiplicative Form	88
3.3	METODOLOGIA	94

3.3.1	Caso.....	97
3.3.2	Alternativas	97
3.3.3	Critérios	98
3.3.4	Funções Fuzzy para dados de Vulnerabilidade	99
3.3.5	Especialistas e Decisores.....	102
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	104
3.4.1	Ponderação de Critérios.....	104
3.4.2	Análise de Sensibilidade do Método BBW	115
3.4.3	Hierarquização de Alternativas	121
3.4.4	Análise de Sensibilidade do Método FG-MULTIMOORA	130
3.4.5	Comparativo com outros métodos	140
3.5	CONCLUSÕES.....	143
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	145
	REFERÊNCIAS.....	150
	APÊNDICE A – Síntese de algumas cartas patrimoniais e resoluções	162
	APÊNDICE B – Índices de vulnerabilidade fuzzy	163
	APÊNDICE C – A.S. Método BBW – Hierarquia de aplicação 1.....	170
	APÊNDICE D – A.S. Método BBW – Diferenças em aplicação 1.....	171
	APÊNDICE E – A.S. Método BBW – Desvios de aplicação 1.....	172
	APÊNDICE F - A.S. Método BBW – Hierarquia de aplicação 2	173
	APÊNDICE G - A.S. Método BBW – Diferenças em aplicação 2	174
	APÊNDICE H - A.S. Método BBW – Desvios de aplicação 2	175
	APÊNDICE I – Respostas dos Decisores em Termos Linguísticos	176
	APÊNDICE J – Respostas dos Decisores em Número Fuzzy.....	177
	APÊNDICE K – Mudanças de qualidade de informação.....	178
	APÊNDICE L – Formulário para coleta de respostas dos especialistas	179
	APÊNDICE M – Formulário para coleta de preferências dos decisores	193

1.INTRODUÇÃO

Devido seu valor cultural, histórico, e social, e as características de suas soluções construtivas, o patrimônio cultural edificado é frequente objeto de preservação e pesquisa científica. Este patrimônio exerce um papel importante para a sociedade e a comunidade ao seu entorno, mas está frequentemente em um contexto de vulnerabilidade. Isto pois estas edificações são mais suscetíveis a fenômenos patológicos e a falha estrutural quando submetidos a fatores antrópicos e ambientais, incluindo nestes àqueles de ação lenta, como também eventos catastróficos, ambos potencializados pelas mudanças climáticas (ICOMOS, 2019). A negligência a procedimentos de proteção, manutenção e recuperação também influenciam severamente no risco a estabilidade destas construções.

Múltiplas organizações repetidamente emitem alertas sob o estado físico destas edificações sob contextos vulneráveis, que na inexistência ou insuficiência de ações apropriadas, podem estar fadadas à ruína (COUNCIL OF EUROPE, 2020; EUROPANOSTRA, 2020; ICOMOS, 2015; UNESCO, 2020). Frequentemente estas organizações apontam a manutenção e monitoramento como ações efetivas para a proteção destes bens (ICCROM, 2016). Essa recomendação também é feita por alguns representantes nacionais, que indicam esta abordagem adequada para evitar tragédias anunciadas (CREAMG, 2004; DIARIO DO NORDESTE, 2018), como o incêndio no museu nacional, onde a falha de um dos sistemas originou o acidente (POLÍCIA FEDERAL, 2020), mas possibilitada pela inexistência de uma manutenção preventiva e investimentos escassos (SENGE-RJ, 2018).

A manutenção preventiva é eficiente quando implementada como parte da gestão dos patrimônios protegidos por instrumentos legais, e suportadas por ferramentas de tomada de decisão (CARDOSO; ACHIG-BALAREZO; BARSALLO, 2018). A adoção de um programa com esta abordagem reduz a necessidade de intervenções posteriores, e é uma prática essencial devido a possibilidade de uma perda irreversível, mesmo quando realizada a sua recuperação ou restauração (ICOMOS, 2006). Entretanto, contraditório ao crescente interesse pela conservação preventiva, verifica-se no Brasil uma dissociação dos projetos de conservação do patrimônio edificado das ações periódicas da sua manutenção e gestão (BARBOSA; SILVA; COURA, 2017; CARVALHO, 2014), apesar das recentes recomendações do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2018).

A preservação do patrimônio arquitetônico se inicia após a Revolução Francesa (CHOAY, 2001), enquanto no Brasil, os processos de preservação só tomaram forma em 1936,

a partir desta data o país desenvolveu políticas para a identificação e salvaguarda dos bens culturais, influenciada por fatores políticos e externos (TRENTIN, 2005). Positivamente, o governo federal manteve contato com os debates internacionais e participou da elaboração de estratégias através da implantação de projetos à proteção da memória histórica e da diversidade cultural (FRIDMAN et al., 2019). Desta forma, seguindo recomendações das Cartas Patrimoniais de Veneza (ICOMOS, 1964) e de Quito (OEA, 1967), a administração pública, como agente da modernização e nacionalismo, se apoiou nos valores estéticos da cidade monumento e recomendou a conservação de áreas urbanas (FRIDMAN et al., 2019).

A partir da década de 1980 nasceram iniciativas ao patrimônio edificado, na revitalização destas áreas, e na importância da memória integrante da cultura (RIBEIRO, 2005), surgindo ações de tombamento em centros urbanos. Se qualificando para tal, as cidades de Icó, Sobral e Aracati se destacam àquelas no Ceará, que devido sua representatividade no desenvolvimento socioeconômico do Estado apreciam uma grande diversidade de espaços urbanos que retratam a história desse desenvolvimento, estando também atreladas à memória e a cultura da sociedade desta região (NASCIMENTO, 2011).

Dentre estas Sobral se sobressai, sendo o maior polo urbano da zona norte do Ceará, o interesse no seu tombamento teve apoio da população, e partiu da iniciativa da prefeitura (IPHAN, 1998a), que descobriu a valorização do patrimônio como um alinhamento à um momento político e econômico próspero, servindo como uma das identidades do desenvolvimento da cidade, e integrando-se ao seu planejamento estratégico. Assim, a cidade é contemplada com a proteção de seu conjunto urbano pelo IPHAN em 1999, se transformando em objeto de processos de gestão urbana e de investimentos públicos e privados através da proposição e elaboração de projetos de conservação, restauração, adaptação e recuperação de edifícios antigos e setores urbanos, bem como de outros de cunho urbanístico e paisagístico (PORTELA, 2018).

Entretanto, a administração pública não implementa uma manutenção preventiva abrangente na gestão do seu sítio histórico, privilegiando frequentemente ações reparatórias¹. Como consequência, muitos de seus patrimônios representativos possuem sinais de

¹ As diretrizes orçamentárias para o exercício de 2020 (Lei Nº 1886, 25 de junho de 2019) não apontam como meta ações de manutenção preventiva para o patrimônio edificado no sítio histórico, mas para equipamentos culturais ligados a Secretaria de Cultura, Esporte e Lazer (SECJEL), e na manutenção do Fundo de Preservação do Patrimônio Histórico. Os contratos realizados até 12 de outubro de 2020 relatados no Portal da Transparência não indicam medidas com esta abordagem.

degradação (MOTA; GADELHA; MESQUITA, 2017), ainda mais presentes nas edificações consideradas menos importantes. Adicionalmente às mudanças climáticas, já reconhecidas pelo município como possíveis promovedores de vulnerabilidade (SOBRAL, 2020c) também lida com atividades sísmicas de baixa magnitude, mas que podem oferecer risco às estruturas dessas edificações (BRANDÃO et al., 2018). Entretanto, essas informações ainda não são consideradas na tomada de decisão às intervenções nestes patrimônios.

Atualmente, a cidade realiza uma revisão do seu plano diretor, que em harmonia com o zoneamento urbano e com o plano integrado da região metropolitana de Sobral, bem como com as diretrizes propostas pela administração nacional, deve avançar na gestão de seu patrimônio cultural (SOBRAL, 2020b). Contudo, ao passar da proteção física para uma gestão de múltiplas camadas, na qual se levam em consideração questões sociais, econômicas e ambientais, o campo do patrimônio cria bases para que os monumentos passem a ter uma função na vida da comunidade (UNESCO, 2016).

Nesse contexto, se torna complexo realizar decisões que abrangem a conservação dos edificados históricos, pois lidam com múltiplos atores e intervenientes, requisitos e critérios, em um cenário onde os recursos são limitados, e as alternativas são possuidoras e agregadoras de valores subjetivos. Nessa conjuntura, considerar o conhecimento dos especialistas das múltiplas áreas correlatas, e da análise dos decisores envolvidos nos processos, se torna uma opção viável e interessante. Isto pois muitas vezes só esses agentes são capazes de oferecer informações essenciais para o tratamento apropriado da problemática. A partir destas, as decisões devem ser modeladas de forma sistemática, amparando a avaliação, mensurando resultados e legitimando as ações.

Este trabalho propõe um modelo para apoiar a tomada de decisão na manutenção preventiva nesse cenário, considerando a significância cultural do patrimônio cultural edificado, os critérios representativos para o desenvolvimento sustentável do sítio histórico, e na vulnerabilidade a qual estas edificações estão submetidas. O modelo utiliza como dados de entrada informações de inspeções prévias e o conhecimento de especialistas em dois métodos distintos. O primeiro método utiliza o Teorema de Bayes para a consolidação, ponderação dos critérios identificados e agregação dos resultados; enquanto o segundo promove a priorização das edificações selecionadas, e usa a lógica *fuzzy* para tratar as incertezas dos decisores. Pretende-se com isto contribuir no processo decisório desta problemática, e trazer para o âmbito de patrimônios culturais uma visão inclusiva das outras disciplinas, de forma objetiva

e operacional, podendo ser atribuído ao plano de conservação adotado pelas organizações responsáveis pelos bens, e ser objeto a ser apreciado na gestão do sítio histórico.

1.1 JUSTIFICATIVA

Todas as edificações sofrem deterioração em decorrência de fatores externos, como o meio ambiente e fenômenos naturais, e internos, como ações antrópicas no uso cotidiano e operação incorreta (SEELEY, 2003). Neste aspecto, as atividades de manutenção devem ser capazes de conservar a função destas edificações, ao atender os requisitos legais e normativos e as necessidades dos seus usuários (MORAIS; JÚNIOR, 2019). A manutenção das edificações é uma problemática que tem ganhado a atenção das organizações responsáveis e profissionais envolvidos. Isto tem se dado pelo reconhecimento da necessidade de atividades que envolvem a preservação e requalificação dos sistemas das edificações de modo a estas desempenharem sua função durante sua vida útil (PRIETO et al., 2019a), ainda mantendo o conforto e a segurança dos usuários.

A operação e manutenção das edificações são as atividades com maior duração no seu ciclo de vida (CHANTER; SWALLOW, 2007), ainda, os custos relativos às intervenções podem ultrapassar àqueles da construção ao considerar todo o horizonte de uso (HEINECK; PETRUCCI, 1989). De acordo com a NBR 5674 (ABNT, 2012), as edificações são construídas para atender os usuários durante vários anos, devendo manter ao longo desse tempo níveis de desempenho adequados à função a qual se destinam, resistindo às intempéries e à sua própria utilização.

No contexto de edificações históricas, os processos de manutenção precisam também atender outros aspectos, compreendidos em planos de conservação que consideram as suas propriedades subjetivas (UNESCO, 2016). A conservação do patrimônio também se destaca devido o envolvimento de importantes organizações e instituições nacionais e internacionais na sua valorização e proteção. Este tópico tem se tornado cada vez mais relevante ao se reconhecer os benefícios da proteção do patrimônio edificado para a sociedade e para o desenvolvimento sustentável local (KAYAN, 2019; PERNG; JUAN; HSU, 2007).

Os patrimônios edificados passam por procedimentos de tombamento como uma das principais medidas para sua salvaguarda. O tombamento busca manter a significância cultural do bem, que passa a atender à um plano de conservação, instrumento da gestão do patrimônio cultural (IPHAN, 2018). Este plano deve promover a proteção do monumento, permitindo que este seja transmitido às futuras gerações assim como foram de gerações

passadas para a presente (KUTUT; ZAVADSKAS; LAZAUSKAS, 2013). Para isto busca-se o desenvolvimento de estratégias que analisem sua significância ao seu uso, bem como com os objetivos ao qual se propõem. Tal abordagem deve focar em ações, processos e prioridades buscando a proteção dos valores dos patrimônios (BOND; WORTHING, 2016, p.3). Não só, o plano deve considerar a conservação de outros sistema, incluindo sua estrutura, essenciais para a edificação (ICOMOS, 2003; WARREN, 2004).

Considerando estes apontamentos, as ações de manutenção devem proteger a significância do patrimônio, mas também contribuir com a função da edificação aos usuários. Esta abordagem está alinhada com a definição de manutenção em IPHAN (2010), como sendo o “conjunto de operações destinadas a manter, principalmente, a edificação em bom funcionamento e uso” e com as atividades que compreendem a conservação definidas por IPHAN (2018), as quais devem ser destinadas à preservar os valores de tombamento, estimular a manutenção, otimizar investimentos e reduzir riscos.

Gard'ner (2007) complementa ao indicar que se deve avaliar problemas e vulnerabilidades as quais os patrimônios estão submetidos. Estes incluem, mas não se limitam a sua: condição física; deterioração; danos e potenciais vandalismos; reparos anteriores inadequados; e uso inapropriado. Já Forsyth (2007, p.8) entende que a manutenção deve melhorar as funções da edificação, e também atender as normas de segurança, conforto e requisitos legislativos. Estas considerações indicam a necessidade de avaliar os patrimônios edificados não só como monumentos, mas também como edificações com fins operacionais.

Considerar as numerosas disciplinas, critérios e intervenientes na problemática de intervenções nos edificados históricos é o processo adequado, porém exaustivo (PETZET, 2004; RIBERA et al., 2019). No âmbito nacional se observa reduzida participação de atores importantes nos processos de decisão para a manutenção destes edificados, como historiadores, antropólogos e turismólogos, cabendo citar outras áreas também ausentes, mas também influentes, como a jurídica, a administrativa e a tecnológica. As decisões realizadas sem considerar a pluralidade das áreas irão, provavelmente, resultar na redução da significância cultural e do patrimônio de alguma forma (BOND; WORTHING, 2016, p.12).

Para a solução adequada e sistemática destes tipos de problema o ramo da pesquisa operacional propõe os métodos de tomada de decisão multicritério (MCDM). Estes métodos apresentam um processo de avaliação de situações reais baseadas em critérios qualitativos ou quantitativos, em ambientes usualmente incertos, para encontrar um curso de ação, escolha,

estratégia, ou política, adequada entre várias opções disponíveis (RAJU; KUMAR, 2013).

Os MCDMs são reconhecidos pela eficácia e objetividade, e são amplamente adotados em problemas complexos (ZAVADSKAS; TURSKIS; KILDIENĖ, 2014). No entanto, sua aplicação não é frequente na solução de problemas envolvendo a conservação e preservação de patrimônios históricos (MORKŪNAITĖ; KALIBATAS; KALIBATIENĖ, 2019). Também se observa que considerável parcela dos métodos adotados são comprovadamente menos eficientes quando comparados com métodos recentes. Adicionalmente, até a presente data não existem publicações acadêmicas nacionais que adotem MCDMs em processos decisórios para a conservação e manutenção de seus patrimônios culturais edificados, realçando a lacuna desta pesquisa.

1.2 OBJETIVOS

Esta pesquisa tem como objetivo geral a construção de um modelo híbrido multicritério de apoio a decisão em grupo nas atividades de manutenção, compreendidas em uma abordagem de conservação preventiva em patrimônios culturais edificados, aplicada ao contexto do conjunto histórico tombado da cidade de Sobral. O modelo considera a vulnerabilidade das edificações, os valores tangíveis e intangíveis do patrimônio cultural edificado, alinhados com o desenvolvimento sustentável do sítio histórico.

Para atingir este objetivo, alguns objetivos específicos devem ser cumpridos, e compreendem em:

- Identificar critérios para avaliação e priorização da manutenção nestas edificações;
- Consolidar e ponderar critérios identificados;
- Selecionar uma amostra de edificações históricas na cidade de Sobral para atuarem como alternativas;
- Construir uma matriz de decisão ponderada de múltiplos decisores;
- Realizar análise de sensibilidade do modelo; e
- Comparar resultados com outros métodos consolidados na literatura científica.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está dividida em quatro capítulos. O primeiro apresentou a introdução ao tema, a motivação da pesquisa e os objetivos. A seguir são apresentados e descritos os capítulos consecutivos.

O capítulo 2 é apresentado em formato de artigo científico, e tem como objetivo identificar e ponderar critérios e subcritérios para a abordagem de conservação preventiva do conjunto histórico tombado da cidade de Sobral-CE. O modelo construído adota um método multicritério de apoio a decisão em grupo, nomeado de *Bayesian Best-Worst*, que permite a atribuição de pesos aos critérios e sua agregação. Os resultados relativos aos pesos e hierarquia dos critérios identificados são conclusivos, e apresentam discussão e análise de sensibilidade, enquanto os critérios e subcritérios identificados são aproveitados no capítulo posterior.

Também em formato de artigo, o capítulo 3 propõe um modelo híbrido para a hierarquização de processos de manutenção preventiva em edificações históricas. O modelo utiliza dois métodos, o *Bayesian Best-Worst* para a ponderação dos critérios e sua agregação, e o método *Fuzzy-Group Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis plus full Multiplicative form* (FG-MULTIMOORA) para a hierarquização das alternativas elencadas. Além do conhecimento especializado e das preferências dos decisores, o modelo tem como dados de entrada os índices de vulnerabilidade coletados pelo LAREB em edificações históricas de Sobral, publicados na pesquisa de Mota, Gadelha e Mesquita (2017), e modificados para variáveis *fuzzy*. Os resultados são discutidos e é realizada uma análise de sensibilidade, seguido por um comparativo com métodos consolidados na literatura científica.

Finalizando a pesquisa, o capítulo 4 contém as considerações finais. Nesta são realizados comentários sobre a proposta da pesquisa, identificadas suas contribuições, desafios, limitações, e possíveis melhorias ao modelo.

Nos Apêndices são encontradas uma síntese das cartas patrimoniais (A); Os índices de vulnerabilidade *fuzzy* (B); Tabelas que contribuíram com a análise de sensibilidade do método BBWM no capítulo 4 e 5 (C-H); A matriz de respostas dos decisores em termos linguísticos (I) e numéricos (J); E dados referentes a análise de sensibilidade de FG-MULTIMOORA onde é realizada a mudança da qualidade de informação do índice de vulnerabilidade (K); O formulário para coleta de respostas dos especialistas (L); E o formulário para coleta de preferências dos decisores (M).

2. SELEÇÃO E PONDERAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA A CONSERVAÇÃO PREVENTIVA DE PATRIMÔNIOS EDIFICADOS – CASO DE SOBRAL-CE

RESUMO

A conservação dos patrimônios culturais é essencial para preservar a memória associada aos monumentos e conjuntos, garantindo sua transmissão para gerações futuras. Isto é possível através de manutenções compreendidas em uma abordagem de conservação preventiva que, entretanto, são impossibilitadas quando o edifício histórico se torna objeto de negligência e degradação. Desta forma é primordial tomar decisões compatíveis à proteção deste patrimônio. Nesta perspectiva, este capítulo implementa um modelo multicritério na identificação e avaliação de critérios no apoio a tomada de decisão para a conservação dos patrimônios edificados. A partir do reconhecimento do cenário, são identificados critérios que apontam para a proteção dos valores tangíveis e intangíveis dos patrimônios culturais, como também para o desenvolvimento econômico e social local. Estes critérios são consolidados e ponderados por especialistas através de um procedimento de educação compreensivo. Estes dados auxiliam na definição de medidas e políticas para proteção do patrimônio cultural edificado, bem como na construção de planos de conservação. O método multicritério adotado neste modelo é o *Bayesian Best-Worst* (BBW), o qual permite a agregação de múltiplos especialistas, e contempla uma ferramenta para verificar a credibilidade dos resultados. O modelo é aplicado no conjunto histórico da cidade de Sobral-CE, e foram identificados e ponderados doze critérios, três deles nomeados vulnerabilidade estrutural, significância cultural, e potencial e restrições; enquanto os outros nove são compreendidos como seus subcritérios. Os resultados mostram que o valor social, relacionado à representatividade e a contribuição do patrimônio às dinâmicas comunitárias, é o critério mais importante na definição das ações de manutenção preventiva. Também em posição de destaque estão as fachadas, ao serem não só um elemento estrutural significativo, também são elemento urbanístico importante ao sítio histórico. Os critérios menos influentes são a atratividade turística e a relevância arquitetônica. Com isto se objetiva contribuir com a preservação do centro histórico do município, trazendo às mãos da administração pública informações valiosas para fundamentar e propor iniciativas de manutenção em uma abordagem conservativa aos seus patrimônios culturais edificados.

2.1 INTRODUÇÃO

Os patrimônios culturais edificados frequentemente demandam processos de preservação para prolongar sua vida, dificultadas pelas suas soluções construtivas usualmente particulares e não normatizadas (PRIETO et al., 2019b). Por si próprio esse objetivo é desafiador, entretanto estes processos também devem proteger as características essenciais do patrimônio como bem cultural, as quais se relacionam com a sua relevância histórica e social (MOHD-ISA; ZAINAL-ABIDIN; HASHIM, 2011), e garantir a proteção do capital econômico, financeiro e social investido (KAYAN, 2017).

O conceito de patrimônio cultural está em constante evolução, processo registrado nas cartas patrimoniais, as quais documentam os eventos das principais organizações de proteção ao patrimônio. Atualmente o patrimônio pode ser sintetizado como àquele reconhecido por agregar além de valores tangíveis, que se relacionam aos aspectos físicos, documentais e técnicos, também é possuidor de valores intangíveis, que referem-se à sua representatividade cultural, e aos aspectos sociais de identidade e de memória (PETZET, 2004; VECCO, 2010).

Quando em ambientes urbanos, estes patrimônios usualmente compõem um espaço complexo, com relevância em múltiplas disciplinas e com valor significativo para a sociedade ao ser retrato da sua construção. Como conjuntos urbanos históricos podem ser entendidos como um agrupamento de patrimônios edificados com relevante coesão e valor natural, histórico, estético e sociocultural, além de todas as práticas e relações antrópicas desenvolvidas nestes (UNESCO, 1976). Eles expressam a diversidade da dinâmica social no espaço (IPHAN, 1987) e são essencialmente autênticos (UNESCO, 1994), devendo ser geridos por processos específicos (ICOMOS, 1987).

Por serem suscetíveis a degradação, a gestão destes conjuntos deve pautar um plano que objetive a salvaguarda das edificações que o constituem. Esta degradação pode ser causada por ações físicas, químicas, naturais e antrópicas. Enquanto alguns danos severos são ocasionados por ações abruptas, como condições ambientais adversas (e.g. sismos, alagamentos e incêndios), outros são ocasionados por processos físicos e químicos lentos e constantes. Alguns fatores importantes são a poluição do ar, agentes biológicos, umidade e vandalismos (ORTIZ; ORTIZ, 2016). Estas degradações podem ser evitadas ou retardadas por processos contínuos de manutenção, que também contribuem sensivelmente no desempenho e na valorização do patrimônio (BERTOLIN; LOLI, 2018).

A problemática de proteção dos patrimônios sempre envolve recursos limitados (BALEN; VANDESANDE, 2018). O orçamento destinado aos sítios urbanos históricos não consegue atender as demandas de preservação (EPPICH; GRINDA, 2019), e mesmo na existência de faturamento significativo impulsionado por atividades comerciais e turísticas, é comum existir um déficit financeiro (SUHAN, 2017). Por este motivo, as metodologias e sistemas destinados a gestão do patrimônio estão sob frequente pesquisa para lidar com essas restrições, sua relevância e complexidade.

Essas metodologias normalmente compreendem a adoção de ferramentas que apoiam a decisão, contribuindo com uma estrutura sistemática para a escolha de iniciativas. Isto deve ser especialmente encorajado em problemas que envolvem o patrimônio cultural, pois são caracterizados pelos múltiplos critérios que traduzem sua significância, os fatores políticos, sociais e econômicos do cenário, e a presença dos intervenientes, incluindo a comunidade e seus interesses conflituosos (NESTICÒ; MORANO; SICA, 2018).

O planejamento que privilegia atividades de manutenção é o tratamento preferencial na conservação preventiva dos edificados históricos, pois isto evita o escalonamento de danos e a necessidade de intervenções severas (CARDOSO; ACHIG-BALAREZO; BARSALLO, 2018). Ainda, se configura como uma abordagem sustentável do ponto de vista econômico, social, cultural e ambiental (FORSTER; KAYAN, 2009). Para auxiliar na construção do plano de manutenção, e nas tomadas de decisão envolvidas nos processos de gestão do sítio, é essencial identificar quais os critérios serão considerados, e qual a sua importância às intervenções no centro histórico e nos seus patrimônios edificados.

Para isto, este trabalho propõe um modelo de tomada de decisão multicritério no apoio a conservação preventiva de patrimônios edificados. Esta pesquisa tomou como objeto de estudo o centro histórico tombado da cidade de Sobral-CE, cuja representatividade para a cultura, economia, e história da região e Estado é indiscutível, sendo certamente a cidade que mais resguarda o patrimônio histórico edificado no Estado do Ceará (COSTA; CRUZ; ALVES, 2008). O modelo considera os múltiplos critérios importantes para a significância cultural dos patrimônios no contexto que estes se encontram, apontando para a preservação daqueles encontrados no estudo de tombamento em IPHAN (1999), nos critérios representativos para o desenvolvimento sustentável, além de oportunidades e vulnerabilidades identificadas em pesquisa.

2.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.2.1 Gestão do Patrimônio Cultural Edificado

O desenvolvimento da gestão do patrimônio cultural aponta para a adoção de diretrizes alinhadas com o próprio conceito evolutivo do patrimônio (PESTANA, 2009). Essas diretrizes também são influenciadas intimamente pela relação com os órgãos governamentais, às organizações responsáveis, e aos aspectos políticos e sociais presentes naquele contexto. Pode-se dizer também que o direcionamento da gestão se relaciona ao alinhamento das estratégias dos órgãos às oportunidades encontradas em ações de preservação dos patrimônios (DUARTE, 2012).

No Brasil a administração dos patrimônios culturais é realizada pelo IPHAN (2018), que aponta o planejamento e implementação de estratégias e práticas que garantam a preservação dos valores que se relacionam com o reconhecimento do bem como patrimônio cultural. O Instituto indica que a gestão destes patrimônios deve considerar aspectos de viabilidade econômica, sustentabilidade cultural, responsabilidades diretas e indiretas, agentes interessados, entre outros, e abranger todos os processos da gestão tradicional, que incluem também o monitoramento e a avaliação.

A responsabilização da gestão do patrimônio cultural, como também os deveres básicos, estão descritos na Constituição Brasileira. Esta determina que compete aos municípios promover a proteção do patrimônio histórico-cultural local, observada a legislação e a ação fiscalizadora federal e local (BRASIL, 1988, art.30). A constituição assinala questões referentes ao patrimônio cultural a serem discutidos como política urbana e consideradas nos planos diretores (BRASIL, 1988, art.182), e regulamentada pelo Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001). Nesta condição, o município se torna o principal responsável por gerir seus patrimônios culturais edificados, e devem cooperar na preservação daqueles protegidos a nível nacional. A constituição também faculta que os Estados dediquem parte de sua receita para um fundo de fomento à cultura para ser utilizado na salvaguarda dos seus patrimônios.

O governo federal também apresenta uma nova forma de gerir o patrimônio cultural, onde inicialmente coloca a cultura como parte da vida socioeconômica da sociedade, valorizando os processos populares e o patrimônio imaterial (FRANKLIN, 2019). Adicionalmente, também dirige o papel da comunidade na participação desses processos que tangem a preservação, proteção e promoção. Além disso, apresenta a necessidade de realizar um planejamento integrado entre o planejamento urbano municipal e os seus patrimônios.

Na esfera estadual a Secretaria da Cultura (SECULT) aponta direcionamentos para a preservação do patrimônio cultural no Estado do Ceará por meio do Departamento do Patrimônio Cultural do Estado, e com a cooperação do Conselho Estadual de Preservação do Patrimônio Cultural do Ceará (COEPA), uma instância de participação da sociedade civil na política de proteção do patrimônio cultural, contando com vinte e quatro conselheiros representantes de múltiplas esferas (CEARÁ, 2000). A composição do Conselho contribui para uma avaliação multidisciplinar, além de assessorar e prestar pareceres sobre assuntos e questões relativas ao patrimônio, com atribuições-chaves que permitem seu apoio efetivo ao Estado.

O Plano Estadual da Cultura (PEC) é uma das ferramentas gerenciais recentes do Governo do Estado. O Plano apresenta como sua quarta meta o fortalecimento do Sistema Estadual do Patrimônio Cultural (SIEC), o qual tem em seu escopo objetivos que tratam da discussão, formulação e execução de projetos e programas voltados para a preservação, o restauro, o registro e a promoção do patrimônio cultural (CEARÁ, 2016a).

A participação da SECULT também está presente na integração do patrimônio cultural como tópico importante e recorrente nos Planos de Desenvolvimento Urbano Integrado² (PDUI) em construção nas regiões metropolitanas de Fortaleza, Sobral e Cariri. Isto pois, ao obedecer ao Estatuto da Metrópole, exige-se de caráter mínimo a definição de restrições urbanísticas às áreas de proteção ao patrimônio cultural, o que traz a oportunidade de reconhecimento dos mesmos. Neste aspecto, devido a Região Metropolitana de Sobral (RMS) ser composta por municípios pouco populosos, a maioria ficou dispensada de editar seus Planos Diretores. Ao passarem a integrar a RMS, todos os municípios têm a necessidade de elaborar os Planos atendendo os termos³ compatíveis com o PDUI, o que garante a formalização dos patrimônios culturais desta região.

² Exigência do Estatuto da Metrópole - Lei Federal nº 13.089/2015 (BRASIL, 2015), o PDUI estabelece as diretrizes para orientar o desenvolvimento urbano e regional. Os planos receberam assessoria da Secretaria das Cidades, e para cumprir a lei, o Governo do Ceará criou as Instâncias Executiva e Colegiada Deliberativa, por meio da publicação do decreto nº 32.490/2018, Lei 180/2018 (CEARÁ, 2018b), que serão responsáveis por iniciar o processo de elaboração do plano cada uma das Regiões Metropolitanas do Estado.

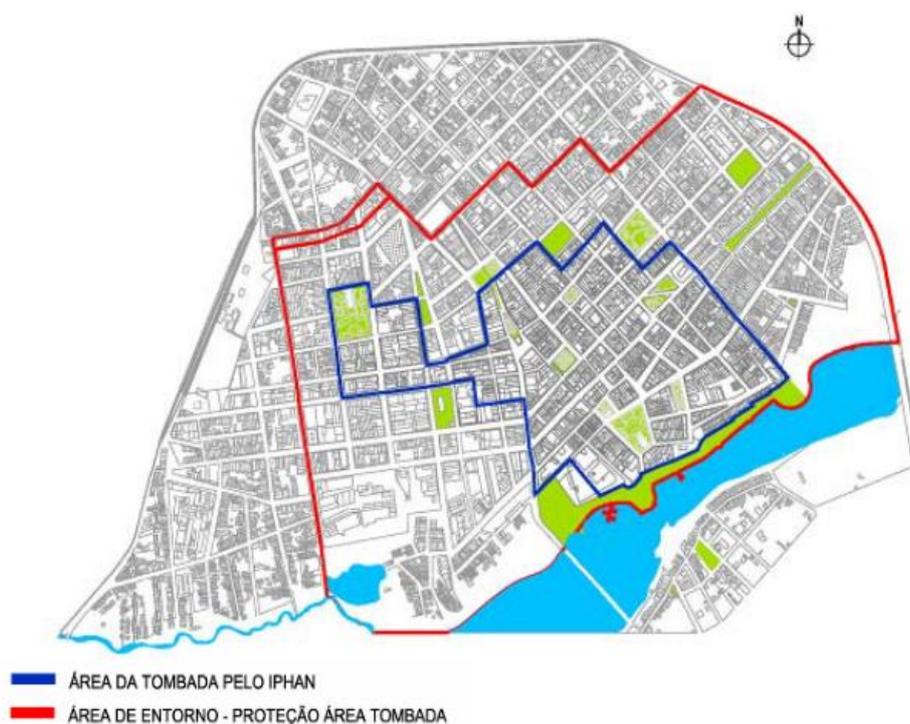
³ De acordo com os termos do §1º do art. 182 da Constituição Federal e da Lei 10.257, de 10 de julho de 2001 do Estatuto das Cidades (BRASIL, 2001) em compatibilidade com o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado, aprovado mediante lei estadual nos termos do Estatuto da Metrópole e da Lei Complementar 168/2016. (CEARÁ, 2016b)

A caracterização dos patrimônios na perspectiva metropolitana apresentada na PDUI demonstra homogeneidade nas expressões do patrimônio imaterial dos festejos tradicionais dos municípios da região. Por outro lado, no campo da preservação e valorização do patrimônio histórico-arquitetônico, existe um desequilíbrio regional. Neste aspecto, enquanto os demais municípios da RMS restringem este patrimônio a edificações isoladas, não indicadas pelas legislações municipais, e tampouco têm instrumentos de proteção e reconhecimento oficiais, a cidade de Sobral possui seu centro histórico protegido pelo IPHAN, além de bens tombados na esfera estadual e municipal.

2.2.2 Gestão do Sítio Histórico de Sobral

Sobral teve seu centro⁴ antigo tombado pelo IPHAN em 1999, com projeto partindo de iniciativa municipal (IPHAN, 1998a, p.92). Trata-se de uma área que abrange da margem do Rio Acaraú à Rua Coronel Monte Alverne, onde estão numerosos imóveis e espaços públicos. A área tombada e sua área de entorno são apresentadas na Figura 1.

Figura 1 – Área de proteção e de seu entorno do sítio histórico de Sobral



Fonte: Ceará (2018a)

⁴ Frequentemente se recorre ao termo “centro histórico tombado” em Sobral. Entretanto o mesmo passou por um tombamento reconhecido como conjunto, que no caso abrange a área central. Souza (2009) diz que o termo centro histórico é empregado por ser o mais usualmente utilizado para destacar áreas centrais das cidades que correspondem ao início da sua formação urbana.

Dentre suas edificações remanescentes do século XVIII e XIX estão o Teatro e a Praça São João; as várias construções religiosas, como as Igrejas da Sé e dos Pretinhos de Nossa Sra. do Rosário; e as edificações com características neoclássicas, ecléticas, *art nouveau* e *art déco* do início do século XX (CEARÁ, 2018a). O Quadro 1 traz uma relação dos monumentos e espaços tombados no município de Sobral.

A política de proteção do patrimônio de Sobral esteve ligada com o seu envolvimento nos principais programas nacionais de valorização patrimonial, como o MONUMENTA (Banco Internacional de Desenvolvimento), o URBIS (Ministério da Cultura e Caixa Econômica Federal) e o Programa PAC Cidades Históricas (CEARÁ, 2018a). Para além do tombamento federal, a cidade tem protegido em nível estadual o Teatro Municipal São João, assim como diversos outros bens tombados na esfera municipal, principalmente através da Lei Municipal 019/1995 (SOBRAL, 1995), grande parte deles localizados no interior do perímetro de preservação do IPHAN.

Quadro 1 – Patrimônios histórico-arquitetônicos de Sobral - CE

Município	Patrimônio Histórico-Arquitetônico	Referência
Sobral	Igreja do Rosário, Museu Dom José, Casa do Capitão Mor, além dos tombamentos de visadas, fachadas, volumetrias, monumentos.	Entrevista com gestores
	Centro histórico delimitado como área de proteção, de acordo com critérios pré-estabelecidos pelo IPHAN, que identificou 247 imóveis nesta área.	PDR Vale do Acaraú, 2016, p.18
	Conjunto Arquitetônico e Urbanístico da Cidade de Sobral	Primeiro Livro do Tombo. 28 de outubro de 1999.
	Imóvel na Avenida Artur da Silveira Borges, nº 712. Local de nascimento do ilustre Padre Ibiapina.	Lei Municipal 1600/2016
	Teatro São João, Arco Nossa Senhora de Fátima, Museu Dom José, Catedral da Sé, Igreja do Rosário, Igreja do Menino Deus, Igreja São Francisco, Igreja do Patrocínio, Abrigo Coração de Jesus, Conjunto Arquitetônico da Universidade Estadual do vale do Acaraú, Seminário São José, e Colégio Sant. Ana.	Lei Municipal 19/1995

Fonte: adaptado de CEARÁ (2018a)

Além de seu importante papel administrativo em múltiplos setores da região metropolitana, o PDUI também traz contribuições significativas para o Patrimônio Cultural. Neste tópico, sua síntese tem como diretrizes específicas o desenvolvimento econômico e sociocultural através da Política de Valorização do Patrimônio Histórico-Cultural. Para o conjunto histórico-arquitetônico preservado da cidade de Sobral o principal apontamento refere-se ao seu potencial turístico e social.

Uma preocupação que corrobora com a importância dada a gestão da preservação dos patrimônios arquitetônicos de Sobral é a especulação imobiliária. Esta questão, entre outras relacionadas ao uso do solo, é levantada por Portela (2018)⁵ e também no PDUI nas seções de políticas metropolitanas de ordenamento territorial. Dentre ações adequadas aponta-se a atualização do Plano Diretor de Sobral através de um processo participativo (SOBRAL, 2008), bem como o trato mais fino do Uso e Ocupação do Solo e seu Zoneamento corroborando com um tratamento protetivo aos patrimônios culturais de cunho arquitetônico e urbanístico da cidade (SOBRAL, 2018).

Neste âmbito, a prefeitura de Sobral através da Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA) apresentou a proposta do Plano de Elaboração do Zoneamento Urbano de Sobral (SEUMA, 2020a), o qual realiza um diagnóstico, que naturalmente também compreende aspectos de proteção dos bens históricos e culturais da cidade (SEUMA, 2020b). Enquanto o Plano Diretor vem sendo revisado de forma participativa, seguindo exigência do Estatuto das Cidades, traz o tema do Patrimônio à comunidade e aos principais representantes de múltiplos setores em seus resultados parciais (SOBRAL, 2020a).

Certamente o município de Sobral é a cidade cearense que melhor gerencia seu patrimônio histórico-arquitetônico. Observa-se esforços frequentes para a melhoria operacional e administrativa, atuando também na construção de parcerias público-privadas e na construção de instrumentos para contribuir na gestão. Entre elas, se assinala o Conselho do Patrimônio Cultural Municipal⁶. Vinculado à Secretaria da Cultura, Juventude, Esporte e Lazer (SECJEL), a lei que o regulamenta traz sua definição e atribuições no primeiro artigo:

Art. 1. (...) órgão colegiado, de caráter permanente, consultivo, de assessoramento e colaboração com a Administração Municipal em todos os assuntos relacionados com o patrimônio cultural, cabendo-lhe opinar sobre a inclusão de bens nos Livros de Tombo e de Registro do Município, indicar bens de interesse cultural para proteção, dar pareceres em pedidos para intervenções em bens protegidos e qualquer outro aspecto sobre bens de natureza material e imaterial que tenham significado para a identidade cultural do Município de Sobral. (SOBRAL, 2017)

⁵ Portela estuda a variação dos preços de uma amostra de imóveis em Sobral, como também avalia os efeitos das intervenções e da gestão realizada pela prefeitura nos últimos anos, encontrando majoritariamente sucessos. A autora também avalia a existência do processo de gentrificação no conjunto histórico tombado e em seu entorno.

⁶ Instituído pela Lei municipal nº 1697 de 15 de dezembro de 2017, que também reestrutura o fundo municipal de preservação do patrimônio, trata do tombamento dos bens culturais, e regulamenta o tombamento dos bens culturais, além de outras providências (SOBRAL, 2017).

Caracterizando o conjunto e sua gestão, Duarte (2012, p.132) discute Sobral como cidade histórica sob os aspectos de dois panoramas, da cidade como instrumento, e como empreendimento. O primeiro busca a preservação como uma ferramenta à serviço da promoção social e integrada as demais funções desempenhadas na cidade, enquanto o segundo refere-se a busca por ativos e ingressos de capital à um público específico. O autor reconhece que a gestão da cidade se inspira nestes panoramas, buscando equiparar as suas importâncias para a proteção e valorização do patrimônio, que abrange também seu desenvolvimento sustentável e integração aos aspectos sociais e econômicos da cidade.

2.2.3 A Conservação Preventiva

A preservação pode ser compreendida como todos os processos, que podem promover intervenções, para manter o patrimônio em seu estado original. Enquanto a conservação é definida como os processos que envolvem reter os valores tangíveis e intangíveis do patrimônio⁷ (AUSTRALIA ICOMOS, 2013), devendo propor medidas que busquem manter sua funcionalidade e segurança (BOND; WORTHING, 2016). Quando preventiva compreende principalmente em ações indiretas que buscam retardar a deterioração, protege-la de danos, e promover condições compatíveis com seu uso (ICOM-CC, 2019). Ainda, ações de conservação podem ser um agente catalisador da proteção cultural devido seu valor simbólico para a comunidade (NESTICÒ; MORANO; SICA, 2018).

A conservação preventiva identifica cedo as possíveis ações de manutenção que buscam reduzir, ou evitar, intervenções severas que possam colocar o patrimônio em risco, ou que requeiram grandes investimentos (GARCÍA; CARDOSO; VAN BALEN, 2015). Para isto, a abordagem recomenda programas de avaliação, monitoramento e controle, que auxiliem na proteção do bem à vulnerabilidades as quais ele esteja suscetível (CANTINI, 2018; PRIETO et al., 2019a). Ela pode ser entendida como uma abordagem sustentável ao promover a economia de recursos, e por causar baixos impactos ambientais (BERTOLIN; LOLI, 2018; KAYAN, 2019), mas também por identificar e proteger os valores e interações sociais e culturais nos sítios urbanos e apoiar o seu desenvolvimento sustentável com a participação e empoderamento da comunidade (BALEN; VANDESANDE, 2018; CHINYELE; LWOGA, 2019).

⁷ A carta nomeia esses valores como “significância cultural”, termo que compreende os valores estéticos, históricos, científicos, sociais e espirituais do passado, presente e de “gerações futuras”.

A conservação preventiva busca reduzir as intervenções severas ao patrimônio, que frequentemente costumam desconsiderar aspectos financeiros e ecológicos (BERTOLIN; LOLI, 2018). Os autores assinalam que mesmo quando a tomada de decisão sobre intervenções nas edificações históricas não realiza uma avaliação holística sobre os impactos ambientais, a manutenção deve ser considerada como a principal prática. Ribera *et al.* (2019) complementam ao apontarem que a conservação dos patrimônios só pode ser alcançada através de manutenções cuidadosas, enquanto Mohd-Isa, Zainal-Abdiin e Hashim (2011) concluem que os princípios essenciais para a conservação do patrimônio, que compreendem a intervenção mínima; a reversibilidade; a preservação da significância; a sustentabilidade e a legibilidade, são atendidas mais facilmente com esta abordagem.

A manutenção de edificações históricas é reconhecida por guias e normas internacionais. A Carta de Burra (ICOMOS, 2013) descreve a manutenção como a proteção contínua dos sistemas da edificação e do espaço, e o distingue de reparo, enquanto a Carta de Veneza (ICOMOS, 1964) a aponta como atividade essencial para a conservação dos monumentos. Esta atividade também compreende a combinação de monitoramento, planejamento e ações técnicas bem definidas (BOND; WORTHING, 2016; FORSTER; KAYAN, 2009). Além da proteção do patrimônio e de sua significância cultural, outros objetivos da manutenção são a preservação do uso e função da edificação, a redução de custos à longo prazo, a minimização de incertezas, o envolvimento comunitário, e o desenvolvimento sustentável (ROY; VERSTRYNGE, 2018).

Em conjuntos históricos, o planejamento da manutenção dos patrimônios deve ser integrado à gestão do sítio. Neste âmbito, as decisões que envolvem estas atividades partem da avaliação do contexto no qual o patrimônio está contido. Para isto, Cardoso, Achig - Balarezo e Barsallo (2018) constroem e aplicam uma metodologia para manutenção dos patrimônios edificados na cidade de Cuenca-Ecuador. O projeto, nomeado de VLIRCPM⁸, é composto pela fase de identificação e inventário de informações pertinentes, onde se mensura o valor tangível e intangível da edificação; uma fase de avaliação de riscos; e uma fase monitoramento e controle, que contam com manuais e guias para a manutenção apropriada das edificações desta cidade histórica.

⁸ O projeto foi financiado pela *Interuniversity Cooperation Programme of the Flemish Interuniversity Council (VLIR-IUC)* e está diretamente ligada ao PRECOM³OS UNESCO desde 2008 no RLICC, o qual inclui múltiplas linhas de pesquisas que objetiva melhorar o gerenciamento das Cidades Patrimônios do Mundo baseada na abordagem de conservação preventiva (VLIRCPM, 2020).

Prieto (2019) realiza uma avaliação do ciclo de vida de edificações históricas a partir dos dados de intervenções. Dentre suas conclusões, o autor aponta para a necessidade de ferramentas adequadas no planejamento e tomada de decisão na manutenção dos patrimônios culturais edificados. O autor complementa ao informar a importância de considerar múltiplos critérios nestas decisões, e aponta critérios culturais, sociais, históricos, estéticos, religiosos, financeiros e de desempenho, que compreende as normas, regulações e estado físico da edificação.

2.2.4 Métodos Multicritério de Tomada de Decisão

Quando o problema de decisão exige a avaliação dos cursos de ações considerando múltiplos objetivos, este pode ser considerado um problema multicritério. Para propor soluções para este tipo de problema é adequado o uso de Métodos de Tomada de Decisão Multicritério (MCDM). Esta ferramenta é apropriada para indicar e recomendar soluções em sistemas complexos, onde a tomada de decisão pode se tornar uma tarefa difícil e pouco compreensiva (ZAVADSKAS; TURSKIS; KILDIENĖ, 2014).

O método fornece uma estrutura formal para modelar problemas de decisão com múltiplos critérios, em particular quando a natureza deste problema exige uma análise sistemática devido à complexidade da decisão, a sua regularidade e frequência, as consequências significativas, e a necessidade de prestação de contas (HOBBS; MEIER, 2000). Como método de apoio, sua intenção é melhorar a qualidade das decisões, tornando as escolhas mais explícitas, racionais e eficientes.

A preservação das edificações históricas normalmente envolve muitas opiniões conflitantes devido as diferenças entre os valores⁹ dos agentes envolvidos. (CHEN; CHIU; TSAI, 2018). Assim, os problemas de decisão que compreendem patrimônios culturais e históricos devem ser tratados como problemas de múltiplos critérios, se tornando apropriado o uso de MCDMs (YAU, 2009).

Se observa na literatura aplicações de métodos de tomada de decisão tradicionais nos problemas envolvendo a preservação e conservação do patrimônio histórico e cultural, onde usualmente estas pesquisas avaliam a problemática identificando os agentes envolvidos,

⁹ *Stakeholder Value* refere-se as preferências dos agentes envolvidos, e tem relação com múltiplos valores intrínsecos, muitas vezes subjetivos, e que exige uma avaliação adequada para sua transcrição (KEENEY; RAIFFA, 1979).

os critérios que são considerados mais importantes para o cenário, realizando também a sua ponderação, e a hierarquização de alternativas quando isto faz parte da solução proposta (MORKŪNAITĖ; KALIBATAS; KALIBATIENĖ, 2019).

Certamente devido sua simplicidade e objetividade um dos métodos mais frequentes em problemas de decisão é o AHP. Reconhecendo a adequabilidade deste método ao problema encontrado, Ma, Li e Chan (2018) adotam o AHP para mensurar o valor de edificações históricas chinesas com paredes de terra batida, conhecidas como Tullous, e assim incentivar propostas para sua preservação. A coleta dos dados é feita por meio de questionários à múltiplos agentes que avaliam os critérios em uma escala de 1 a 5. Os critérios indicados buscam representar o valor histórico, estético e social destas edificações. Utilizando também o AHP, Morkunaite, Podvezko e Kutut (2017) utilizam este método para escolher critérios relevantes no problema de seleção de construtoras para execução de serviços em patrimônios edificados. O método é quantitativo, e utiliza dados que remetem a experiência da empresa com obras históricas, aspectos financeiros, de relacionamento com o cliente e maturidade.

Existe uma constante evolução de métodos de tomada de decisão. Muito desta se dá através da aplicação de novas técnicas matemáticas e programação computacional. Rezaei (2015) constrói um método de avaliação par-a-par que não só apresenta resultados mais confiáveis, como também necessita eduzir menos relações entre os critérios que o tradicional AHP. O método, nomeado de *Best-Worst Method* (BWM) realiza a comparação par-a-par apenas em relação ao critério considera “melhor” e o “pior”. Para conseguir isto é utilizada uma função de otimização linear de minimização para encontrar os pesos dos critérios mais próximos dos seus pesos ótimos. O método também consta de indicadores de consistência para avaliar a confiabilidade dos resultados.

Apesar de ser um método recente, é recorrente¹⁰ pesquisas que o adotam para auxiliar na solução de problemas de decisão. Encontra-se na literatura científica aplicações em diversos campos de estudo, como também pesquisas que buscam aprimorar o método, tornando-o mais sofisticado e capacitado para operar em cenários particulares.

¹⁰ O método apreciou inclusive de um primeiro *workshop* internacional na cidade de Deft, Holanda, nos dias 11 e 12 de junho de 2020. O workshop tratou de temas como sua estruturação, problemas de consistência, de tomada de decisão em grupo, de metodologias híbridas e suas múltiplas aplicações em diversos campos de estudo. O método consta de um website permanente que dispõe de informações, atualizações e um controle bibliográfico que contém mais de 240 pesquisas publicadas em revistas e congressos (BEST-WORST, 2020a). Disponível em: <https://bestworstmethod.com/bwm2020/>.

O próprio autor implementou a função linear ao método em Rezaei (2016), tornando-o mais robusto e consistente, enquanto em Liang, Brunelli e Rezaei (2020) os autores elaboram novas ferramentas que permitem o *feedback* de consistência dos resultados parciais e da ordenação dos critérios. Já em Mohammadi e Rezaei (2019) os autores ampliam o método para agregar funções de múltiplos decisores, permitindo decisões em grupo, isto é feito através de uma interpretação estatística do método, adotando o Teorema de Bayes e distribuições a priori e posteriori para realizar as funções de otimização, e para agregar os resultados dos múltiplos decisores.

2.2.5 Método Bayesian *Best Worst*

O método *Bayesian Best-Worst* obtém os pesos dos critérios através de comparações par-a-par, entretanto, diferentemente de métodos tradicionais e extensivamente utilizados na literatura que precisam de comparações entre todos os critérios, o método *Best-Worst* reduz a quantidade de comparações de $n(n - 1)/2$ para $2n - 3$, onde n é a quantidade de critérios. Para isto, as comparações adotadas no método avaliam apenas a importância do critério mais importante (*best*) em relação aos outros, e a importância dos outros critérios em relação ao critério menos importante (*worst*). As avaliações utilizam índices que variam de um a nove. A Tabela 1 descreve o significado de cada índice utilizado nos métodos BWM e BBWM. Além da maior facilidade na avaliação e redução de tempo, os métodos se mostram acurados e pouco redundantes.

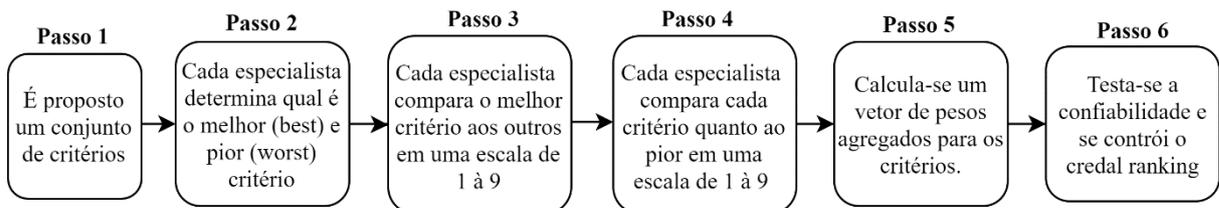
Tabela 1 – Representação dos índices para método BWM e BBWM

-
- 1 - **Igual** importância ao critério
 - 2 - algo entre igual e moderado
 - 3 - **Moderadamente** mais importante que o critério
 - 4 - Algo entre moderado e forte
 - 5 - **Fortemente** mais importante que o critério
 - 6 - Algo entre forte e muito forte
 - 7 - **Muito fortemente** mais importante que o critério
 - 8 - Algo entre muito forte e absoluto
 - 9 - **Absolutamente** mais importante que o critério
-

Fonte: adaptado de Rezaei (2016)

Os resultados da abordagem bayesiana são semelhantes ao método original, entretanto tem uma nova capacidade, a de realizar a agregação de múltiplos especialistas e a de produzir um novo *ranking* para avaliar a credibilidade da hierarquia, nomeado de *Credal Ranking*. Este *ranking* realiza o cálculo da confiança com base na distribuição Dirichlet, posterior de w^{agg} (vetor de pesos ótimos), e tem uma saída gráfica no *software* Matlab® através do *weighted directed graph*. Os passos do método são apresentados na Figura 2.

Figura 2 – Processo de ponderação e agregação de pesos em BBWM



Fonte: adaptado de Rezaei (2016)

Até o quarto passo o método é similar ao original, desta forma ambos utilizam os mesmos vetores de entrada A_B , que representa a relação entre o melhor critério e os outros, e o vetor A_W , que representa a relação entre os outros critérios e o pior. No quinto passo a função de otimização para a determinação do vetor de pesos dos especialistas difere daquele encontrado no BBWM, que trata os critérios como eventos aleatórios, e seus pesos como sua probabilidade de ocorrência, ao realizar os cálculos por meio de inferência estatística.

Método Best-Worst

Demonstrado na Figura 2, o primeiro passo consiste na indicação de um conjunto de critérios $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$. No segundo passo o tomador de decisão seleciona o melhor (c_B) e pior (c_W) critério dentro do conjunto C . O melhor critério neste caso é o mais importante, ou o mais desejado, enquanto o pior critério é o menos importante, ou o menos desejado neste conjunto. No terceiro e quarto passo o TD conduz uma análise par-a-par entre o melhor (c_B) e pior (c_W) critério e os outros critérios do conjunto C . O TD apresenta sua preferência sobre os outros critérios com o uso de um número que varia de um à nove, de acordo com a Tabela 1. A comparação par-a-par produz primeiramente o vetor “melhor-aos-outros” (*Best-to-Others*) representado por A_B :

$$A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn}) \quad (1)$$

Onde a_{Bj} representa a preferência do melhor critério c_B ao critério $c_j \in C$.

No quarto passo o TD apresenta sua preferência dos outros critérios sobre o pior critério. Isto resulta no vetor “outros-ao-pior” (*Others-to-worst*) representado por A_W :

$$A_W = (a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW})^T \quad (2)$$

Onde a_{jW} representa a preferência do critério $c_j \in C$ sobre o critério c_W .

No último passo devem ser obtidos os pesos ótimos $w^* = (w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$. Isto acontece ao saber-se que o peso ótimo está próximo dos resultados da equação $w_B/w_j = a_{Bj}$ e $w_j/w_W = a_{jW}$ para $j = 1, \dots, n$. O problema de otimização para achar o vetor w^* então:

$$\min_w \max_j \left\{ \left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|, \left| \frac{w_j}{w_W} - a_{jW} \right| \right\} \quad (3)$$

$$s. t. \sum_{j=1}^n w_j = 1, \quad w_j \geq 0 \quad \forall j = 1, \dots, n.$$

Similarmente, o vetor peso pode ser calculado com a equação $\min_{\xi, w} \xi$

$$s. t. \left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right| \leq \xi \quad \forall j = 1, \dots, n$$

$$\left| \frac{w_j}{w_W} - a_{jW} \right| \leq \xi \quad \forall j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1, \quad w_j \geq 0 \quad \forall j = 1, \dots, n. \quad (4)$$

Para checar a confiabilidade destes pesos ótimos, as comparações par a par das entradas associadas às saídas são checadas por uma taxa de consistência (CR)

$$CR = \xi^*/CI \quad (5)$$

Onde ξ^* é um objetivo ótimo para o modelo quando ξ atinge valor máximo, enquanto o coeficiente de consistência CI é fixado de acordo com o valor de a_{BW} .

Interpretação probabilística do BWM

Uma saída comum dos métodos MCDM são vetores de peso $w = [w_1, w_2, \dots, w_n]$ com $w_j \geq 0$, e $\sum_{j=1}^n w_j = 1$. A magnitude de cada w_j indica a importância deste ao critério correspondente c_j . Em uma perspectiva probabilística, os critérios são vistos como eventos aleatórios, e seus pesos são suas probabilidades de ocorrência. Esta interpretação matemática é adequada aos resultados do MCDM pois para este o $w_j \geq 0$, e $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ atendem as condições da teoria que abrange as probabilidades.

Para isto, as entradas e saídas são modeladas para se tornarem distribuições probabilísticas, partindo inicialmente de A_B e A_W . Neste aspecto os autores Mohammadi e Rezaei (2019) às modelam como distribuições multinomiais com seus elementos em integrais. Com este fim, é utilizada a função massa de probabilidade apresentada em Forbes et al. (2011) da distribuição nominal de A_W , que é apresentada na equação (6), onde w é a distribuição discreta da probabilidade.

$$P(A_W|w) = \frac{(\sum_{j=1}^n a_{jW})!}{\prod_{j=1}^n a_{jW}!} \prod_{j=1}^n w_j^{a_{jW}} \quad (6)$$

Na distribuição multinomial, o peso do vetor é a distribuição discreta de probabilidade, para esta demonstração A_W contém o número de ocorrências de cada evento. Baseado na distribuição multinomial, a probabilidade do evento j é proporcional ao número de ocorrência do evento com o número total de tentativas, que é apresentado como:

$$w_j \propto \frac{a_{jW}}{\sum_{i=1}^n a_{iW}} \quad \forall j = 1, \dots, n \quad (7)$$

Similarmente, a mesma equação pode ser escrita considerando o pior critério:

$$w_W \propto \frac{a_{WW}}{\sum_{i=1}^n a_{iW}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{iW}}$$

$$w_j \propto \frac{a_{jW}}{\sum_{i=1}^n a_{iW}} \quad \forall j = 1, \dots, n \quad (8)$$

Usando estas equações, obtém-se:

$$\frac{w_j}{w_W} \propto a_{jW}, \quad \forall j = 1, \dots, n \quad (9)$$

O que representa a relação existente do método original *Best-Worst* apresentado

em Rezaei (2015). Similarmente, o mesmo pode ser demonstrado para o vetor A_B usando a distribuição multinomial. Entretanto, o vetor A_B difere de A_W já que o primeiro representa a sua preferência sobre os outros critérios, enquanto o segundo representa a preferência dos outros sobre este. Assim, A_B é calculado como o inverso do peso:

$$A_B \sim \text{multinomial} (1/w), \quad (10)$$

Onde w é a distribuição da probabilidade, e $/$ representa a operador de divisão.

Deste modo, idêntico a relação apresentada para o pior critério tem-se:

$$\begin{aligned} \frac{1}{w_W} &\propto \frac{a_{Bj}}{\sum_i a_{Bi}}, = \frac{a_{BB}}{\sum_{i=1}^n a_{Bi}} = \frac{1}{\sum_j a_{Bi}} \\ \rightarrow \frac{w_B}{w_j} &\propto a_{Bj}, \quad \forall j = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (11)$$

Assim, a distribuição multinomial pode representar adequadamente as entradas modelo BWM. O problema de se encontrar os pesos para o MCDM é transferido para a estimativa da distribuição de probabilidade. Desta forma, é possível usar técnicas de inferência estatística para achar w na distribuição multinomial.

O vetor peso para o MCDM deve satisfazer as propriedades de não negatividade, e a soma igual à um. Deste modo, uma que atende essas propriedades é a distribuição de Dirichlet. Dado o parâmetro $\alpha \in R^n$, a distribuição Dirichlet dos pesos w é definido em Forbes et al. (2011), resultando em:

$$Dir(w|\alpha) = \frac{1}{B(\alpha)} \prod_{j=1}^n w_j^{\alpha_j-1} \quad (12)$$

A distribuição tem um único parâmetro α , e w atende as limitações de vetor de peso ótimo de uma MCDM dada a distribuição discreta de probabilidade.

Estimativa do vetor peso através da inferência estatística

Inicialmente se assume que existe apenas o vetor A_W no método BWM, e se considera duas técnicas de inferência, a frequentista e a bayesiana. A abordagem frequentista demanda um ponto ótimo desconhecido, o qual precisa ser estimado a partir de observações. O resultado da inferência frequentista é um vetor de peso para um grupo de critérios. A estimativa da máxima verossimilhança (EMV) é uma técnica de inferência que encontra o peso ótimo do vetor utilizando a função de otimização:

$$w = \arg \max_{w, \sum_{j=1}^n w_j = 1} P(A_w | w) \quad (13)$$

Resultando em:

$$w_j^* = \frac{a_{jw}}{\sum_{i=1}^n a_{iw}}, \quad \forall j = 1, \dots, n \quad (14)$$

O qual retorna o vetor normalizado de A_w . A mesma solução é obtida quando as preferências do TD são totalmente consistentes no método original. Assim, a equação (14) demonstra que a EMV obtém os mesmos resultados de BWM sobre circunstâncias específicas.

A segunda abordagem é a estimativa Bayesiana, na qual os parâmetros são aproximados usando uma distribuição ao invés de um ponto. Portanto, inicialmente é necessário definir a distribuição a priori para o vetor peso. Nesta abordagem a distribuição de Dirichlet é usada por poder representar o vetor peso ao satisfazer as propriedades previamente descritas. Além de ser usada como distribuição de probabilidade a priori, também é adotada como distribuição a posteriori com o parâmetro $\alpha_{post} = \alpha + A_w$. Dado que a distribuição a priori deve ser não informativa, de modo que sua influência sobre a posteriori seja mínima, o parâmetro a priori é definido como $\alpha = 1$.

Como resultado da estimativa Bayesiana, os valores de w são apresentados pela distribuição de Dirichlet. O modo das distribuição posteriori $\mu \in R^n$ com o parâmetro α_{post} :

$$\mu_j = \frac{\alpha_{post} - 1}{\sum_{i=1}^n \alpha_{post} - 1} = \frac{1 + a_{jw} - 1}{\sum_{i=1}^n (a_{iw} + 1) - n} = \frac{a_{jw}}{\sum_{i=1}^n a_{iw}}, \forall j = 1, \dots, n \quad (15)$$

Logo, o modo da distribuição a posteriori resulta na exata função EMV. Neste aspecto o paradigma Bayesiano traz novas informações aos eventos, sendo sua saída uma distribuição. Como exemplo, o desvio padrão desta distribuição pode ser tratado como um indicador de incerteza. Entretanto, a função de inferência EMV contendo ambos, A_B e A_w , não sustenta uma solução analítica devido à complexidade desta otimização. Neste âmbito, o problema aumenta ainda mais sua complexidade quando recebe as preferências de múltiplos TDs. Considerando estas questões, um modelo hierárquico bayesiano é apresentado como uma estimativa de um peso ótimo para os critérios, considerando ambos os vetores para múltiplos tomadores de decisão.

Distribuição de probabilidade conjunta

Assumindo que o k^{th} TD, onde $k = 1, \dots, K$, avalia o critério c_1, \dots, c_n criando os vetores A_B^k e A_W^k . Assim tem-se um conjunto de vetores de K TDs de $A_B^{1:K}$ e $A_W^{1:K}$, onde o peso ótimo global é representado por w^{agg} . A sua estimativa se dá pelo cálculo dos pesos ótimos dos K TDs representados por $w^k, k = 1, \dots, K$. Deste modo, o modelo proposto calcula simultaneamente w^{agg} e $w^{1:K}$.

Antes de executar qualquer inferência estatística, se calcula a distribuição da probabilidade conjunto de todas as variáveis aleatórias considerando os dados disponíveis. Para este problema de decisão em grupo se tem $A_B^{1:K}$ e $A_W^{1:K}$, bem como $w^{1:K}$ e w^{agg} deve ser estimado adequadamente. Assim a distribuição de probabilidade desejada é:

$$P(w^{agg}, w^{1:K} | A_B^{1:K}, A_W^{1:K}) \quad (16)$$

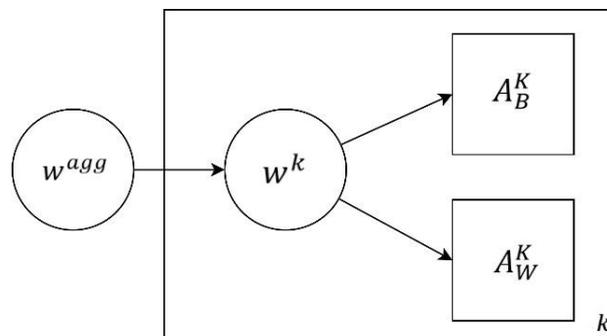
Se a probabilidade nesta função é calculada, então a probabilidade de cada variável individual pode ser determinada usando a seguinte regra da probabilidade, com x e y como variáveis aleatórias arbitrárias:

$$P(x) = \sum_y P(x, y) \quad (17)$$

Modelo Bayesiano para o método Best-Worst

Para desenvolver o modelo Bayesiano primeiro se precisa identificar a independência e dependência condicional entre as variáveis. A Figura 3 ilustra algumas das variáveis presentes no modelo.

Figura 3 – Gráfico do modelo probabilístico do Bayesian BW



Fonte: Mohammadi e Rezaei (2019)

Seguindo a convenção, os retângulos são as variáveis observadas e entradas do método original, enquanto os nós circulares são as variáveis que precisam ser estimadas. As

setas também significam a dependência do nó que parte da origem ao nó ao final da seta. Deste modo, a variável w^k é dependente de A_B^k e A_W^k , enquanto a variável w^{agg} é dependente de w^k . O plano que compreende o conjunto de variáveis significa as iterações para cada TD, deste modo w^{agg} não se encontra no plano por representar o peso global. Desta forma se observa que a variável A_W^k é independente de w^{agg} dado w^k :

$$P(A_W^k | w^{agg}, w^k) = P(A_W^k | w^k) \quad (18)$$

Considerando a independência sobre as diferentes variáveis aplicando o Teorema de Bayes, a probabilidade conjunto é apresentada:

$$\begin{aligned} P(w^{agg}, w^{1:K} | A_B^{1:K}, A_W^{1:K}) &\propto P(A_B^{1:K}, A_W^{1:K} | w^{agg}, w^{1:K}) P(w^{agg}, w^{1:K}) \\ &= P(w^{agg}) \prod_{k=1}^K P(A_W^k | w^k) P(A_B^k | w^k) P(w^k | w^{agg}) \end{aligned} \quad (19)$$

Onde a última igualdade é obtida usando a regra da cadeia de probabilidades e a independência condicional das variáveis, além do fato do TD informar suas preferências de forma independente. O modelo então adota a distribuição de Dirichlet a priori para calcular w^{agg} usando um parâmetro não informativo $\alpha=1$. O peso dos decisores w^k estão próximos de w^{agg} por um parâmetro de concentração γ modelado como distribuição gama.

$$w^k | w^{agg} \sim Dir(\gamma \times w^{agg}) \quad (20)$$

Como solução para determinar a probabilidade a posteriori, Mohammadi e Rezaei (2019) adotam as técnicas de Monte Carlo via Cadeias de Markov (MCMC) (GILKS; RICHARDSON; SPIEGELHALTER, 1995). Para as amostras de MCMC, os autores usam o “just another Gibbs sampler” (JAGS), código computacional produzido por Plummer (2004), capaz de produzir amostras e calcular a probabilidade a posteriori da equação (19). O resultado desta operação é a distribuição a posteriori dos pesos para cada um dos decisores e o w^{agg} agregado.

Assim se obtém o resultado do quinto passo e a otimização do modelo original é substituída efetivamente por um modelo probabilístico com entradas idênticas ao modelo original. Como principal diferença, este modelo agrega os resultados dos múltiplos decisores, e produz informações em relação a credibilidade dos resultados entre os pares de critérios.

Credal Ranking

Este novo *ranking* é capaz de informar o grau ao qual um critério é superior ao outro. Isto é feito a partir da distribuição a posteriori Dirichlet de w^{agg} , adotada para medir a confiança das relações existentes entre os múltiplos critérios. Para isto, primeiramente se define o *Credal Ranking*, onde para um par de critérios c_i e c_j , a ordem O definida:

$$O = (c_i, c_j, R, d) \quad (21)$$

Onde R é a relação entre o critério c_i e c_j , representada por $<$, $>$ ou $=$. Enquanto $d \in [0,1]$ representa a confiança dessa relação. Desta forma, para um conjunto de critérios (c_1, c_2, \dots, c_n) o *Credal Ranking* é um grupo de ordenações que incluem todos os pares (c_i, c_j) , para todos os $c_i, c_j \in C$.

A confiança desta ordem fornece aos TDs mais informações que podem melhorar suas decisões. O teste que pode avaliar a confiança de cada ordem é baseado na distribuição posterior w^{agg} , onde a confiança de c_i ser superior à c_j é calculada como:

$$P(c_i > c_j) = \int I_{(w_i^{agg} > w_j^{agg})} P(w^{agg}) \quad (22)$$

Onde $P(w^{agg})$ é a distribuição a posteriori de w^{agg} e I é igual à 1 se a condição em seu subscrito atende, e zero quando não atende. Esta integração pode ser aproximada com amostras obtidas a partir da MCMC. Obtendo Q amostras da distribuição a posteriori, a confiança pode ser calculada como:

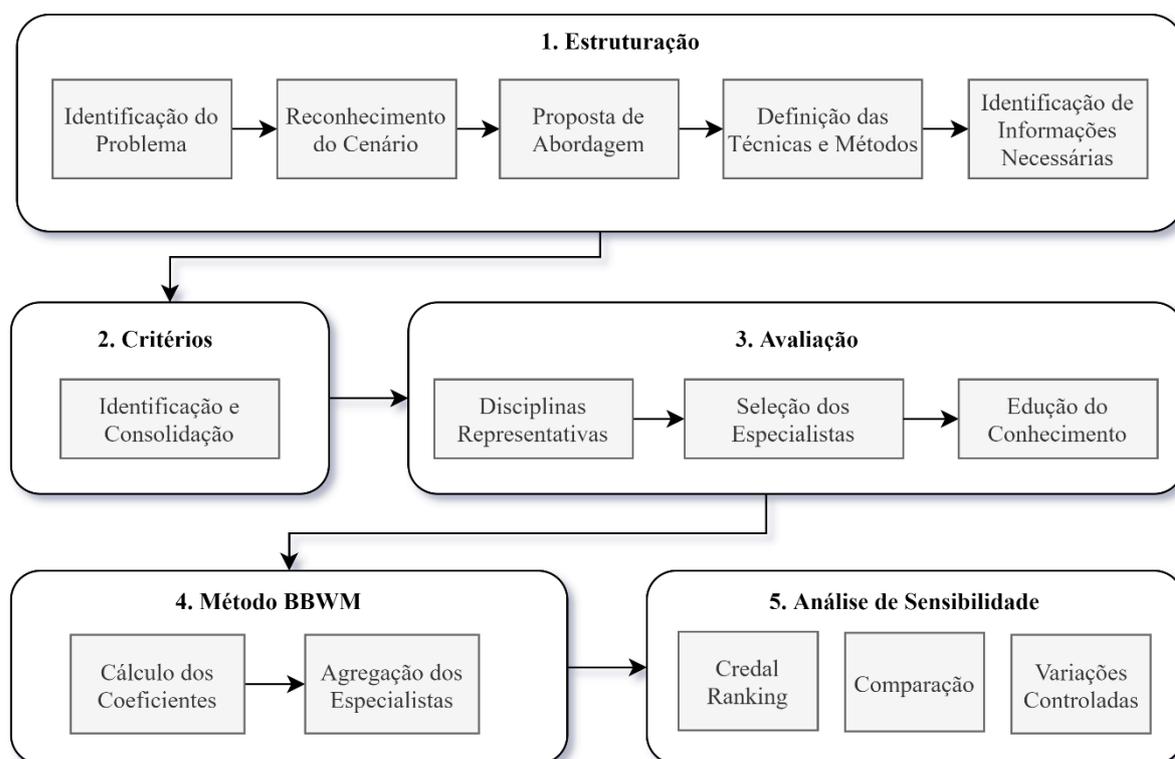
$$P(c_j > c_i) = \frac{1}{Q} \sum_{q=1}^Q I(w_j^{aggq} > w_i^{aggq}) \quad (23)$$

Onde w^{aggq} é a q ésima amostra de w^{agg} das amostras obtidas pela MCMC. Deste modo, para cada par de critérios, a confiança pode ser calculada quanto a superioridade.

2.3 METODOLOGIA

O modelo de tomada de decisão construído neste capítulo adota cinco etapas, apresentadas na Figura 4. O modelo parte da estruturação, onde se identifica e caracteriza a problemática, relatada nas seções iniciais deste capítulo. O reconhecimento do cenário foi realizado através de visitas ao centro histórico da cidade e seus edifícios representativos; a participação de seminários e rodas de conversa¹¹ com os principais agentes responsáveis pela proteção e valorização dos seus patrimônios; pela leitura de registros e documentos que abordam a história da cidade e da preservação dos seus bens; e pela leitura das principais referências que tem como objeto de pesquisa a cidade de Sobral e a preservação do seu conjunto histórico tombado.

Figura 4 – Etapas do modelo de apoio a tomada de decisão



Fonte: Autor

¹¹ Os seminários e rodas de conversa aconteceram na IV Semana do Patrimônio Cultural de Sobral de 2019, que comemora os 20 anos de tombamento do centro da cidade. O evento inicia na semana do dia Municipal do Patrimônio Cultural, e conta com debates construtivos ao tema, também realizando reflexões e planejamento para ações futuras, além de múltiplas atrações que acontecem no conjunto histórico (IV SEMANA DO PATRIMÔNIO..., 2019).

Ainda nesta etapa se define a abordagem, a qual compreendeu a adoção de um método de tomada de decisão para apoiar a conservação preventiva dos patrimônios edificados do conjunto urbano; os instrumentos de educação de conhecimento; e o MCDM a ser utilizado, nomeado de *Bayesian Best-Worst* (BBWM).

Na segunda etapa são selecionados critérios a partir da análise de documentos e pesquisas, bem como com considerações das rodas de conversa onde se realiza um *soft elicitation*. Este é um procedimento informal para a compreensão e coleta do conhecimento geral, de percepções, incertezas e valores que o modelo poderá considerar. Esta educação foi realizada ao participar e gravar as rodas de conversa com decisores presentes neste trabalho que participaram dos debates, além de alguns dos especialistas e principais agentes gestores da cidade. Adiante, são nomeados especialistas que são questionados através de um instrumento metodológico para avaliar os critérios. Este instrumento de coleta pode ser visualizado no APÊNDICE L. Essas informações são utilizadas como dados de entrada no método proposto, que pondera os critérios e agrega o conhecimento dos múltiplos especialistas.

As operações do método *Bayesian Best-Worst* para a ponderação e agregação dos pesos são realizadas no *software* Matlab (2018), com a utilização do *solver* fornecido pelos autores via e-mail, e disponíveis em *Best-Worst* (2019). Por fim, é feita uma análise de sensibilidade compreendendo uma ferramenta do próprio método, nomeada de *Credal Ranking*; a comparação dos resultados com o método ao qual se originou; e a variação controlada das entradas, seguida da discussão dos resultados obtidos com essas modificações.

Com isto, busca-se atender as prescrições metodológicas de pesquisa de modo a si obter resultados confiáveis e significativos para o problema de decisão apontado. A preocupação na construção da metodologia está ainda mais presente pela compreensão da complexidade e importância do tema desenvolvido neste trabalho.

2.3.1 Critérios

A conservação, reforço e restauração do patrimônio arquitetônico requerem uma abordagem multidisciplinar (ICOMOS, 2003). Estas disciplinas podem ser traduzidas em critérios, sendo a etapa de sua definição uma das mais importantes na construção do modelo decisório. Os critérios devem atender algumas propriedades apresentadas em Roy (1996), que compreendem a monotonicidade, a completude e a não-redundância. Eles devem ser suficientemente capazes de traduzir a função de preferência dos múltiplos especialistas envolvidos no processo, sendo também adequada a não inclusão daqueles critérios pouco

importantes, isto pois podem interferir nos resultados e aumentar a complexidade do modelo desnecessariamente. Ainda, entende-se que os critérios definidos devem ser estritamente particulares para a problemática estudada.

A identificação dos critérios parte do reconhecimento daqueles recorrentemente citados em publicações acadêmicas. Para isto, foi realizada uma pesquisa em artigos de revistas na base de dados da *Scopus* para o período entre 2000 e 2020. Justifica-se apenas a base de dados escolhida por ser a que abrange a maior quantidade de publicações no tema, e por contemplar revistas de grande peso na área de patrimônio (e.g. *Journal of Cultural Heritage*), e o período pelos poucos resultados satisfatórios antes da data estabelecida. Ainda se observou uma grande quantidade de publicações duplicadas quando utilizada outras bases de dados (e.g. *Web of Science e Engineering Village*) na etapa de definição de protocolo, e pela inexistência de artigos que contribuiriam no Periódicos da Capes.

Para a busca foi feito um estudo de termos, resultando na *string*: (*heritage OR historic* OR museum* OR church* OR cathedral**) *AND* (*building* OR construction OR facilit* OR fabric OR structure*) *AND* (*maintenance OR conservation OR preservation OR retrofit OR management*) *AND* (*rank* OR prioritiz* OR order* OR decision**). A execução gerou 2737 resultados, dentre eles foram selecionados 152 artigos para extração, e que abrangiam parcialmente ou totalmente o tema de manutenção, preservação ou conservação do patrimônio edificado. Dentre estas, apenas vinte publicações foram selecionadas devido sua qualidade e por realizaram a análise de múltiplos critérios no processo decisório.

Com os critérios e subcritérios levantados, optou-se por dividi-los em classes devido a grande quantidade de termos usados nas publicações. Isto foi feito para facilitar a visualização dos critérios adotados nas pesquisas que envolvem o processo decisório neste contexto. De forma a representar a frequência dos critérios classificados, como também considerando o peso que estes critérios obtiveram nos resultados, as classes foram pontuadas de 1 a 3 pontos seguindo um procedimento simples. Para 1 ponto significa que a classe tem poucos critérios (entre um a três) representados naquele artigo e com pesos baixos, para 2 pontos existem critérios com mais pesos relevantes, enquanto que para 3 ela é representada por critérios com pesos mais significativos na pesquisa, resultados apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Revisão de critérios e temas em MCDM em patrimônio histórico edificado

Publicações \ Critérios	Tema Amplo	História e Cultura	Social	Arquitetura	Turismo e Uso	Financeiro. e Restrições	Vulnerabilidade e Impactos
Ribera, Nesticò e Cucco (2019)	Conservação	***	**	.	**	**	.
Ighravwe e Oke (2019)	Manutenção		**		.	***	**
Nesticò e Somma (2019)	Conservação	***	**	.	**	**	.
Falcão et al (2019)	Requalificação	**	.	.	**	.	.
Prieto, Macías-Bernal e Silva (2019)	Conservação	**	.		**	**	***
Fatoric e Seekamp (2018)	Conservação	***			***		
Nesticò, Morano e Sica (2018)	Requalificação				***	***	***
Turskis, Morkunaite e Kutut (2017)	Conservação	.	**	***	***	**	
Pinero et al (2017)	Requalificação	**	**		.	**	***
Jajac, Rogulj, Radnic (2017)	Requalificação	.			.	***	**
Oppio (2015)	Avaliação		**		***	***	**
Ferretti, Bottero e Mondini (2014)	Requalificação		**		***	.	
Vodopivec (2014)	Requalificação	**	**	**	**	***	***
Ortiz et al (2014)	Avaliação		.		.		***
Kutut, Zavadskas e Lazauskas (2013)	Conservação	***	**	**			
Turskis, Zavadskas e Kutut (2013)	Avaliação	***		**	.		
Wang e Zeng (2010)	Requalificação	**	**	**	.	.	.
Yau (2009)	Conservação	.	.			***	***
Dutta e Husain (2009)	Conservação	**	**	**	**	**	
Bana e Costa (2002)	Requalificação	***	***		.		**

Fonte: Autor

Fundamentado nos artigos encontrados na revisão, de trabalhos acadêmicos como teses e dissertações sobre o caso, da análise de documentos que incluem o estudo de tombamento, o planejamento e a preservação do patrimônio edificado de Sobral, e com a consulta aos profissionais envolvidos com a temática, abaixo são apresentados os critérios selecionados para representação do processo decisório de manutenção preventiva das edificações no centro histórico da cidade de Sobral, e acompanhadas de sua justificativa.

Vulnerabilidade Estrutural (VUL)

A estrutura é um dos principais sistemas que devem ser mantidos para se preservar o bem patrimonial, sendo este sistema àquele que confere estabilidade ao edificado (WARREN, 2004). A sua preservação é importante pois a sua falha pode causar a ruína da edificação, e a consequente perda material e imaterial presente naquele espaço. As estruturas do patrimônio arquitetônico, por sua própria natureza e história, apresentam uma série de

desafios em diagnóstico e restauração que limitam a aplicação de códigos legais modernos e padrões de construção (ICOMOS, 2003), sendo conservadas buscando ampliar sua vida (IPHAN, 2010), não havendo predição da durabilidade destes materiais sem a realização de estudos adequados. Deste modo, é importante apontar o critério de vulnerabilidade estrutural como um dos que compõem a priorização da manutenção preventiva destes bens. Este critério será traduzido em subcritérios buscando atender a metodologia de Vicente (2008), adotada em parte no estudo de caso por Mota, Gadelha e Mesquita (2017) na cidade Sobral. Assim, os subcritérios que representarão a vulnerabilidade estrutural neste trabalho são:

Materiais Construtivos (MAT): As estruturas dos edificadados históricos são usualmente construídas com técnicas e materiais adotados na época a qual foram concebidas, com baixo controle e reduzida qualidade. As edificações de Sobral atendem a esta descrição por serem, em sua maioria, edificações de arquitetura vernacular, e que possuem como principal elemento blocos cerâmicos (MOTA; GADELHA; MESQUITA, 2017). Neste panorama, existe a necessidade da constatação periódica da integridade físico-química dos materiais, ainda mais quando submetidos a múltiplas intempéries e condições de uso.

Paredes de Fachada (FAC): As fachadas da tipologia das edificações vernaculares estudadas na cidade de Sobral podem ser consideradas elementos estruturais que conferem relevante rigidez para a estrutura. Na disposição encontrada na cidade de Sobral, normalmente são as paredes com maior espessura, principalmente em museus e igrejas, e se estendem da fundação até a coberta. As fachadas dos edifícios com estas soluções arquitetônicas são os primeiros elementos solicitados quando estão sob ações dinâmicas (*e.g.* sismos) (VICENTE, 2008). Deste modo, apresentam grande importância para a estabilidade estrutural, e também são elementos com relevância para a memória, e devem ser preservados de acordo com o estudo de tombamento do sítio histórico de Sobral (IPHAN, 1998b).

Projeto da Coberta (COB): Vicente (2008) afirma que as cobertas destas edificações podem influir na estabilidade estrutural pois, quando na existência de cintas de amarração, bem como da esbeltes e condição de vinculação das peças entre si, contribuem na rigidez dos edifícios, principalmente com ligações aos elementos estruturais encontrados nos perímetros da edificação, que, para as alternativas estudadas, compreendem as paredes de fachada. Ainda, esses elementos em madeira, quando não apropriadamente preservados, oferecem grandes riscos ao edificado (VAN ROY; VERSTRYNGE; VAN BALEN, 2018).

Significância Cultural (SIG)

Ao contrário da manutenção em edifícios comuns, estas atividades em edifícios históricos deve levar em consideração o valor do monumento, bem como as características da sua estrutura (PETZET, 2004). Os patrimônios arquitetônicos se diferenciam das outras edificações principalmente neste valor, seja tangível ou intangível (VECCO, 2010). Este valor é particular, e tem relação com o ambiente em que se encontra. Deste modo, os estudos de tombamento, bem como os de preservação estão vinculados com a comunidade, sua história e cultura. Os três subcritérios apresentados a seguir devem traduzir a significância cultural dos patrimônios de Sobral no âmbito da sua manutenção.

Documentação Histórica (HIST): De acordo com Sant Anna (1996) a justificativa do tombamento de Sobral partiu de forma inédita de parâmetros que evidenciam o conceito de Cidade-Documento. Duarte (2012) complementa que nos processos de tombamento, o sítio histórico de Sobral foi abordado parte como documento ao se considerar a contribuição histórica para a constituição da sede municipal e a estruturação da região, mediante a valorização filológica da maneira como se deu sua formação e evolução histórica, socioeconômica e urbana. Ainda, este subcritério é o mais encontrado em pesquisas que consideram múltiplos critério na conservação dos bens materiais, frequentemente sendo lhe atribuída forte importância.

Relevância Arquitetônica (ARQ): Duarte (2012) aponta que o tombamento de Sobral também considerou o aspecto de monumento, a partir da apropriação estético-estilística e cronológica e da valorização do seu acervo arquitetônico, urbanístico e paisagístico. Assim, Nascimento (2011) aponta a relevância tanto no critério urbanístico na fusão entre os velhos traçados medieval lusitanos e formas novas, sendo o diferencial de Sobral em relação as outras cidades do Ceará; e arquitetônico, onde o conjunto se apresenta fragmentado, mas é importante para apresentação da morfologia da cidade, representando ciclos econômicos da região.

Valor Social (SOC): A convenção de Veneza aponta que a conservação dos monumentos é sempre facilitada quando são utilizados para algum propósito social (UNESCO, 1989), e mais recentemente o manual de gestão do patrimônio (UNESCO, 2016) faz recomendações para um sistema de gestão que busque integrá-la às atividades e a compreensão do valor nas múltiplas esferas da comunidade. Em Sobral, dentre os objetivos que caracterizam o papel relevante do patrimônio pode-se apontar a manutenção de laços dos

bens culturais com as comunidades e a contribuição com a sociedade, como também a manutenção das importantes funções sociais e econômicas dos bens culturais, promovendo vitalidade ao centro histórico (PORTELA, 2018).

Potenciais e Restrições (POT)

Pelo seu valor tangível e intangível os patrimônios edificados, principalmente quando estrategicamente requalificados, podem oferecer uma oportunidade não só de integração social e bem-estar comunitário, como também valorizarem a região. Isto influi na valorização imobiliária, na captação de investimentos, no turismo e no comércio. Ainda, este potencial é ampliado pela frequente boa localização dos monumentos arquitetônicos, que muitas vezes são destinados para fins diferentes daqueles de sua origem. Entretanto, sabendo-se dos múltiplos requisitos e agentes envolvidos na realização de intervenções nestas edificações, existe a necessidade de avaliar a viabilidade das atividades de manutenção nestes patrimônios.

Atratividade Turística (TUR): O turismo é uma das atividades importantes para a economia das cidades, e que se torna ainda mais oportuno quando sua administração permite a integração da comunidade e a valorização do patrimônio (UNESCO, 2002). De acordo com a portaria 375 do IPHAN (2018) e o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (CEARÁ, 2018a) para a região metropolitana de Sobral, que deve ser atribuída aos futuros planos diretores das cidades vinculadas à região, traz forte atenção ao turismo sustentável dos patrimônios. Observa-se uma dedicação ao papel turístico do patrimônio cultural, natural, imaterial e material, neste último incluindo os bens arquitetônicos históricos, principalmente na cidade de Sobral.

Potencial de Uso (USO): O uso e reuso dos patrimônios edificados é um tema recorrente no meio acadêmico, como apontado na análise de Morkūnaitė, Kalibatė e Kalibatienė (2019). Positivamente, Duarte (2012) relata que em Sobral o tombamento permitiu a experimentação de novos usos com novas tipologias e morfologias. Ao contrário de uma intransigente e inflexível política preservacionista, empregou-se um instrumento da conservação integrada, compartilhadas com outros setores da cidade, passando o conjunto tombado, uma vez requalificado, a desempenhar uma série de relevantes funções urbanas, abrigadas (DUARTE, 2012, p. 391). Se observa frequentes iniciativas neste âmbito, não só do setor público, sendo a mais recente a futura utilização da Estação Ferroviária de Sobral para abrigar a Escola de Artes Visuais.

Restrições (REST): Devido a complexidade da manutenção nos edifícios históricos, apontadas como restrições e dificuldades em Gardner (2007), estas podem compreender as: normativas e políticas e suas particularidades; os requisitos regulatórios e legislativos; a ausência de materiais e técnicas apropriadas para as atividades de manutenção; e os múltiplos stakeholders envolvidos. Este subcritério é importante para o modelo avaliar os bens nestes aspectos. Outros fatores também importantes que influem na priorização da manutenção destas edificações são as regras dos programas que financiam estas atividades, como também a análise de viabilidade econômica da operação

2.3.2 Especialistas

Seguindo a Etapa 3 do organograma do modelo, após a determinação dos critérios se procura indicar suas áreas correlatas. Desta forma, cinco áreas foram escolhidas para representar os critérios direcionados a conservação do conjunto histórico de Sobral, são elas: Engenharias; Arquitetura; Artes; História; e Administração.

Para cada uma das áreas foi escolhido apenas um especialista, apresentados no Quadro 3, acompanhados da função que exercem, seguida da experiência e formação que contribuem ao problema de decisão. Cada especialista foi apresentado ao objeto de estudo através da exposição da problemática, dos conceitos, e dos critérios propostos.

Quadro 3 – Especialistas para ponderação dos critérios

Especialista	Função	Descrição	Formação
1	Engenheiro Civil e Gestor	Engenheiro Civil e Mestre em Engenharia Civil. Atua como gestor e chefe da manutenção e obras em patrimônios públicos.	Mestre
2	Arquiteto e Diretor	Arquiteto com formação em Sapienza Università di Roma e Universidad de Sevilla com pesquisa na área de patrimônio histórico. Mestre em Arquitetura e sócio diretor em empresa	Mestre
3	Educador e Produtor de Arte	Licenciado e Mestre em Artes. Leciona cursos em arte e atua em gestão educacional e produção cultural.	Mestre
4	Historiador e Turismólogo	Historiador e Turismólogo, Mestre e Doutorando em História. Atuou na gestão de museus e presta serviços de consultoria em turismo.	Mestre
5	Administrador	Administrador de recursos de operação e manutenibilidade de sede de empresa privada.	Bacharel

Fonte: Autor

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir são apresentados os resultados que compreendem a ponderação dos critérios, sua hierarquização, e os procedimentos de análise de sensibilidade. Estes procedimentos compreendem as contribuições do *Credal Ranking*; a comparação dos resultados com o método sem a adoção da interpretação probabilística, sendo necessária um recurso para agregar os múltiplos decisores; e por fim as variações controladas indicadas por De Almeida et al. (2015).

Também é apresentado um artifício para tornar o instrumento de coleta proposto pelo método *Best-Worst* mais compreensível aos especialistas. A discussão sobre os resultados é feita de forma breve, comparando-o com outras pesquisas e a gestão atual do centro histórico de Sobral. Ambos a serem introduzidos na próxima seção.

2.4.1 Ponderação de Critérios

Devido a execução da consulta à distância, os critérios foram consolidados através da confirmação de sua importância para a manutenção preventiva das edificações do sítio histórico através de questionamentos abertos e com os resultados das avaliações. Para isto foi utilizado o recurso de formulários online, apresentado no APÊNDICE L. Neste formulário é feita a educação do conhecimento do especialista para realizar a análise par-a-par dos critérios.

Apesar do método BBW reduzir a quantidade de avaliações, a forma como é feita a comparação entre o melhor e o pior critério se mostrou não inteligível em consulta, pois ora se associa importância do conjunto em relação à um critério, e ora do critério em relação ao conjunto, utilizando uma mesma tabela índice. Assim, se preferiu manter a avaliação do vetor de comparação entre os outros e o pior critério, enquanto para o vetor de comparação entre o melhor e os outros foi feita da seguinte forma:

Figura 5 – Modificação em coleta de vetor de melhor com outros



Fica evidente que a transformação foi feita para não mudar as operações posteriores do método. Os resultados da educação do conhecimento dos especialistas, e da transformação dos vetores de melhor com os outros é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Matriz de respostas dos especialistas.

Esp.	Critérios								Vulnerabilidade Estrutural							
	BEST	VUL	SIG	POT	WORST	VUL	SIG	POT	BEST	MAT	FAC	COB	WORST	MAT	FAC	COB
Eng.	VUL	1	2	4	POT	4	3	1	FAC	4	1	3	MAT	1	4	3
Arq.	SIG	3	1	5	POT	3	5	1	FAC	4	1	1	MAT	1	3	4
Art.	SIG	1	1	3	POT	4	4	1	FAC	2	1	2	COB	2	3	1
Hist.	SIG	1	1	4	POT	4	5	1	MAT	1	3	1	FAC	3	1	4
Adm.	VUL	1	3	2	SIG	4	1	2	FAC	3	1	3	COB	2	4	1
Esp	Significância Cultural								Potenciais e Restrições							
	BEST	HIST	SOC	ARQ	WORST	HIST	SOC	ARQ	BEST	TUR	USO	REST	WORST	TUR	USO	REST
Eng.	SOC	4	1	6	ARQ	5	5	1	USO	4	1	2	TUR	1	5	4
Arq.	SOC	4	1	6	ARQ	2	4	1	USO	7	1	2	TUR	1	7	5
Art.	SOC	1	1	3	ARQ	3	4	1	USO	2	1	1	TUR	1	4	3
Hist.	HIST	1	1	3	ARQ	3	3	1	TUR	1	4	1	USO	5	1	4
Adm.	SOC	2	1	5	ARQ	3	4	1	REST	5	2	1	TUR	1	3	5

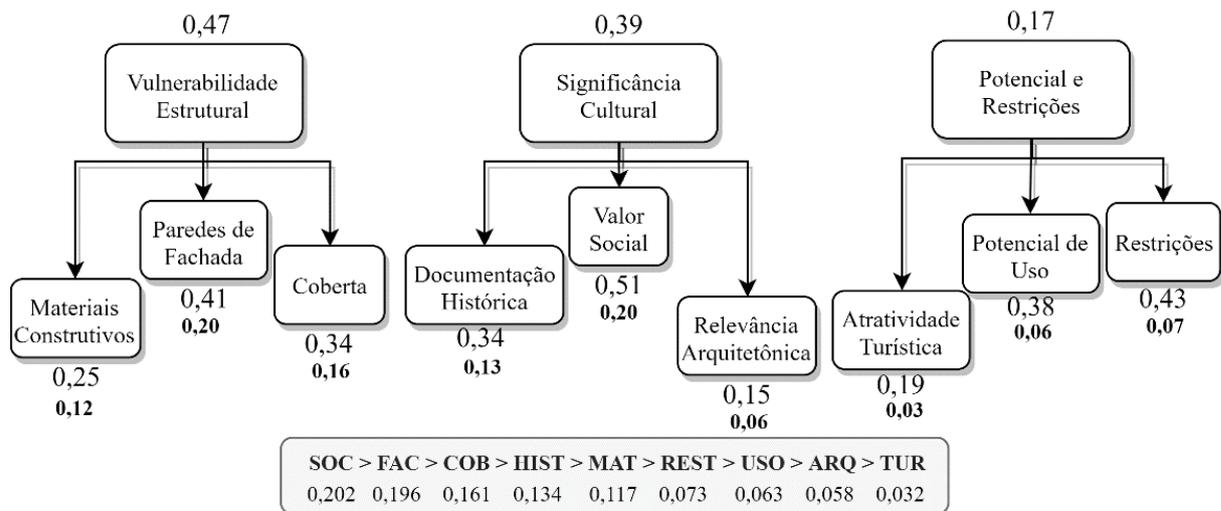
Fonte: Autor

A Tabela 2 está dividida em quatro setores, um para os critérios, e um para cada um dos subcritérios. Na coluna “BEST” é apresentado o critério selecionado como melhor pelo especialista, enquanto na “WORST” o pior. A coleta de dados se deu de forma intuitiva, o que indica uma boa recepção do instrumento, visto a identificação de poucos valores extremos ou idênticos para o mesmo especialista. Adicionalmente constatou-se respostas aproximadas entre os especialistas, o que também satisfaz o método.

Apesar da construção dos vetores de melhor e pior terem sido realizados em seções diferentes, isto feito de forma planejada para identificar avaliações discrepantes, existe coerência nas avaliações, e todos os critérios ou subcritérios identificados como menos importantes na primeira fase foram indicados também como menos importantes na segunda fase. Os pesos representam a importância de cada um dos critérios para a problemática levantada, assim, só se pode dizer que a vulnerabilidade estrutural é mais importante que a significância cultural de um patrimônio arquitetônico no que compreende a conservação preventiva deste no cenário apresentado.

A Figura 6 ilustra a árvore de critérios, com os pesos associados a eles e seus subcritérios, e o peso global dos subcritérios em negrito. Abaixo da árvore de critérios nesta mesma imagem é ilustrada uma tabela com a hierarquia dos subcritérios.

Figura 6 – Árvore de critérios e pesos



Fonte: Autor

Os resultados apontam que a *Vulnerabilidade Estrutural*¹² é sensivelmente mais importante que *Significância Cultural*. Certamente essa diferença seria maior caso fossem consideradas intervenções mais severas e consideradas de urgência. O critério *Potencial e Restrições* obteve um reduzido valor em comparação aos outros dois critérios. Isto pode ser justificado através da avaliação dos especialistas, que consideraram este critério como o menos importante, com exceção do profissional de administração.

Neste momento é possível avaliar informalmente a sensibilidade do modelo através da demonstração dos resultados alinhados com as respostas realizadas pelos especialistas. Isto fica mais acessível devido a não atribuição de pesos a estes profissionais. Se optou por não realizar esta prática, pois não se busca modelar uma hierarquia entre os especialistas nesta pesquisa, não desejando favorecer certas áreas, e sim contribuir para o contexto de decisão multidisciplinar para o objeto de estudo. Esta contribuição se torna mais interessante quando se observa que os especialistas não privilegiaram suas áreas, entendendo-se com isto que a problemática foi analisada de forma imparcial por estes agentes.

O subcritério que recebeu maior importância foi o *Valor Social*, seguido por paredes de *Fachadas*, *Cobertas*, e *Documentação Histórica*. Observa-se a frequência com que este critério social foi classificado como *best*, bem como considerado relevante. Isto acontece

¹² Para reduzir texto pode-se utilizar apenas as palavras necessárias para identificar os critérios e subcritérios avaliados, de modo que *Significância* se refere ao único critério ou subcritério que possui este termo, sendo então *Significância Cultural*. Ainda, mantém-se os critérios e subcritérios em *italico*, enquanto as representações linguísticas dos índices em sublinhado. Esta convenção será mantida até o final deste capítulo.

em várias publicações, mesmo naquelas com supostamente menos envolvimento da comunidade. Mesmo para a abordagem proposta ao centro histórico de Sobral estando alinhada a conservação preventiva, este subcritério se mantém em primeiro lugar. Conclui-se com isso que a percepção dos especialistas consultados considera a integração e participação da comunidade com o patrimônio cultural, como instruído em IPHAN (2018). Esta recomendação também é consentimento na comunidade acadêmica internacional, em respeito aos documentos e debates mais recentes sediados pela UNESCO e ICOMOS.

Ainda se verifica nos resultados a maior importância das *Fachadas* sob a *Coberta e Materiais*, estando de acordo com a avaliação de Vicente (2008) quanto a vulnerabilidade sísmica. Não só pelo aspecto estrutural, os resultados quanto a importância das fachadas dos edifícios também pode ter relação ao valor estético e morfológico da cidade.

A *Atratividade Turística* foi considerada o subcritério menos relevante para a abordagem. Com isto se pode entender que os especialistas não acreditam no potencial turístico como grande agente de movimento social e econômico no conjunto histórico, mesmo no que se refere ao turismo religioso. Em outros cenários este subcritério pode ter grande importância, como na pesquisa de Turskis, Morkunaite e Kutut (2017).

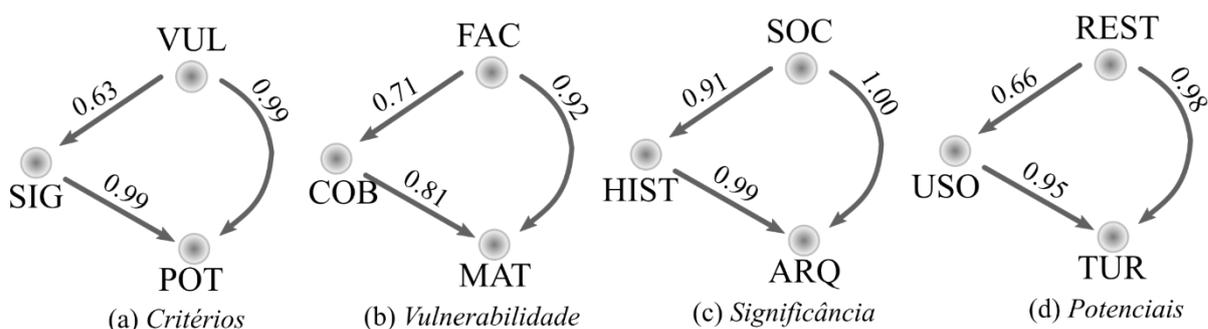
O segundo subcritério menos importante é a *Relevância Arquitetônica*. Apesar de parecer controverso, a disciplina foi avaliada com baixo peso também em alguns estudos apresentados no Quadro 2, mesmo no que tange a conservação destes bens como em Yau (2009), como na requalificação para reuso em Ribera et al. (2019). O próprio estudo de tombamento compreende que os valores históricos destas edificações superam a estética arquitetônica, mas se entende a forte relação entre estas temáticas. Mesmo na Tabela 2 pode-se constatar que o especialista da área de arquitetura julgou o subcritério como pouco pertinente para a conservação preventiva. Estas informações devem ser um ponto de partida para abrir um debate proveitoso sobre o tema, que em alguns cenários se restringe aos profissionais de arquitetura.

Mesmo que por força de lei os arquitetos sejam os responsáveis por projetos de restauração de bens arquitetônicos, e normalmente estão envolvidos mais ativamente nas principais decisões que abrangem estas edificações, é necessário incluir as disciplinas relacionadas com os problemas específicos encontrados em cada estudo, principalmente quando abrange o planejamento estratégico da cidade.

Permitindo uma análise de credibilidade, a Figura 7 apresenta graficamente o *Credal Ranking* entre critérios e entre os seus subcritérios. O *Credal Ranking* avalia o grau de confiança de quanto um critério, ou subcritério, é superior a outro, variando de 0 (nenhuma confiança de superioridade) à 1 (total confiança de superioridade). As avaliações de confiança são realizadas entre pares, entretanto, como os critérios foram avaliados em conjuntos de três, a quantidade de comparações par-a-par são, também, apenas três.

No gráfico, os nós representam os critérios, ou subcritérios, enquanto a seta de um nó a outro representa a direção da superioridade. O número encontrado sobre a seta representa a confiança desta superioridade. Assim, na Figura 7 (a) o critério *Significância Cultural* é superior ao critério *Potenciais* com 0,99 de confiança, enquanto *Vulnerabilidade* é superior a *Significância* com 0,66 de confiança, o que pode ser considerada uma confiança baixa, dependendo da rigorosidade no processo decisivo esta superioridade pode ser contestada.

Figura 7 – *Credal Ranking*



Fonte: Autor

O *Credal Ranking* pode ser uma ferramenta muito útil para o tomador de decisão, principalmente quando estas decisões são realizadas em grupos, nutrindo um debate sobre a relação entre os critérios e subcritérios. Para Mohammadi e Rezaei (2019) ela se trata de uma informação relevante em decisões onde os vetores representam as preferências do grupo. Para os resultados discutidos neste trabalho, os graus de confiança atenderam às expectativas, e ilustram uma relação dos intervalos entre os pesos atribuídos aos critérios e subcritérios e a ordem hierárquica calculada.

2.4.2 Comparação com método BWM

A matriz de respostas dos especialistas apresentada na Tabela 2 é a mesma adotada para o método *Best-Worst*. Assim, se torna possível comparar os resultados do método que utiliza o Teorema de Bayes, o qual permite a agregação de múltiplos especialistas, e o método original construído e apresentado em Rezaei (2015), o qual sugere uma agregação alternativa. Para realizar esta agregação de múltiplos especialistas o autor propõe a média aritmética quando na inexistência de coeficientes de importância entre eles. O cálculo para determinar os pesos dos subcritérios é o produto dos subcritérios de cada critério, pelos pesos dos seus respectivos critérios, da mesma forma que no método que utiliza o Teorema de Bayes.

O método também contém um fator para avaliar a confiabilidade dos resultados através de uma taxa de consistência (*CR*) para cada especialista em cada subcritério e critérios através da equação (5). O *CR* é determinado dividindo o índice de consistência máximo calculado ξ^* dos resultados do método pelo coeficiente de consistência para a quantidade α de critérios, apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Coeficiente de consistência baseado no número de critérios

α	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Coeficiente de Consistência	0	0.44	1	1.63	2.3	3	3.73	4.47	5.23

Fonte: adaptado de Rezaei (2016)

O *CR* varia de 0 a 1, onde quanto mais próximo de zero mais consistentes são os resultados obtidos. Como informação adicional para avaliação e comparação entre os resultados, a taxa de consistência dos resultados dos múltiplos especialistas pode ser adotada como a média dos coeficientes. Já os coeficientes dos subcritérios encontrados são calculados individualmente, e então somados aos coeficientes dos seus respectivos critérios.

Desta forma, o ξ^* e o *CR* das avaliações dos especialistas será calculada como a média para cada um dos subcritérios. Visto que os critérios são divididos em três subcritérios, e os critérios também são três no total, todos os valores de ξ^* devem ser divididos pelo coeficiente de consistência de valor unitário, de acordo com a Tabela 3. Deste modo os ξ^* são iguais ao próprio *CR*. A Tabela 4 apresenta as taxas de consistência individuais das operações para os critérios e subcritérios para cada um dos especialistas.

Tabela 4 – Taxas de consistência das operações

Critérios / Especialista	<i>Critérios</i>	<i>Vulnerab.</i>	<i>Signific.</i>	<i>Potenciais</i>	Média	CR Médio
Administrador	0.0769	0.1000	0.0625	0.0278	0.0634	0.1403
Arquiteto	0.0889	0.0588	0.1333	0.0577	0.0833	0.1722
Artista	0.0588	0.1000	0.0417	0.1250	0.0889	0.1477
Turismólogo	0.0333	0.0417	0.0000	0.0500	0.0306	0.0639
Engenheiro	0.0625	0.1250	0.2273	0.1111	0.1545	0.2170
Média	0.0641	0.0851	0.0930	0.0743	0.0841	0.1482

Fonte: Autor

A taxa de consistência média para o modelo é igual à 0.1482, o que caracteriza os resultados como consistentes. Dentre os especialistas, àquele que apresentou menor consistência foi o engenheiro, obtendo um *CR* médio de 0.2170, contribuindo com o aumento do *CR* médio para o modelo. O cálculo dos subcritérios de *Significância Cultural* foi àquele que obteve maior média devido a influência da taxa do engenheiro, igual à 0.2273. Caso a contribuição do engenheiro fosse próximo a média dos outros especialistas, o cálculo dos subcritérios de *Vulnerabilidade* obteria maior média, e teria menor consistência. Entretanto, todos os resultados apresentam valores próximos de zero, conferindo confiabilidade aos pesos determinados pelo método BWM.

Os resultados da aplicação do método são apresentados na Tabela 5, junto com a comparação com o método que utiliza o Teorema de Bayes. O cálculo da diferença entre os pesos e os critérios é feito pela subtração entre o método bayesiano e o método original. Como esperado, e indicado nos testes de Mohammadi e Rezaei (2019), os resultados entre os métodos são próximos, obtendo como diferença máxima o valor absoluto de 0.0354 para o subcritério *Cobertas*, resultando na única mudança no *ranking*, deixando de ocupar o quarto para o terceiro na ordem hierárquica.

Tabela 5 – Comparação entre métodos

Método \ Critérios	MAT	FAC	COB	HIST	SOC	ARQ	TUR	USO	REST	
Pesos	BWM	0.1058	0.2071	0.1253	0.1288	0.2290	0.0518	0.0233	0.0568	0.0723
	Bayesian BWM	0.1166	0.1961	0.1607	0.1344	0.2020	0.0581	0.0321	0.0632	0.0729
	Diferença	0.0108	-0.0110	0.0354	0.0056	-0.0270	0.0063	0.0088	0.0064	0.0006
Ordem	BWM	5	2	3	4	1	8	9	7	6
	Bayesian BWM	5	2	4	3	1	8	9	7	6
	Diferença	0	0	1	-1	0	0	0	0	0

Fonte: Autor

Para examinar melhor estes resultados, a Tabela 6 apresenta a diferença entre os pesos de um subcritério com outro subcritério na ordem hierárquica imediatamente anterior. Esta diferença também é apresentada em forma de porcentagem, calculada pela divisão da diferença pelo peso do subcritério.

Tabela 6 – Diferenças entre os coeficientes na ordem hierárquica

<i>Bayesian Best Worst Method</i>									
Ranking	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Critérios	SOC	FAC	COB	HIST	MAT	REST	USO	ARQ	TUR
Pesos	0.202	0.196	0.161	0.134	0.117	0.073	0.063	0.058	0.032
Diferença	0.006	0.035	0.026	0.018	0.044	0.010	0.005	0.026	
%	2.94%	18.03%	16.35%	13.27%	37.52%	13.27%	8.10%	44.80%	
<i>Best Worst Method</i>									
Critérios	SOC	FAC	HIST	COB	MAT	REST	USO	ARQ	TUR
Pesos	0.229	0.207	0.129	0.125	0.106	0.072	0.057	0.052	0.023
Diferença	0.022	0.078	0.004	0.020	0.034	0.016	0.005	0.029	
%	9.57%	37.79%	2.75%	15.58%	31.67%	21.45%	8.72%	55.09%	

Fonte: Autor

Deste modo, percebe-se que os resultados entre os dois métodos são próximos, influenciando sensivelmente na ordem final para as características da aplicação, que apresenta cinco diferentes especialistas e 9 subcritérios agrupados em 3 critérios igualmente. Os resultados próximos contribuem para afirmar a correta operação do método que adota o Teorema de Bayes.

2.4.3 Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade a ser conduzida nesta seção será feita através da construção de três cenários apresentados e descritos a seguir. A primeira matriz de respostas que constrói o cenário para a análise de sensibilidade 1 está ilustrada na Tabela 7. Este cenário faz com que as respostas no estágio *best* que consideram a superação entre um critério e outro, ou entre seus subcritérios, sejam sensivelmente mais fortes, aumentando dois pontos o valor da escala de importância utilizada. Para não entrar em conflito com o estágio *worst*, o critério ou subcritério intermediário terá a adição de um ponto no valor da importância, mesmo quando este tiver o mesmo grau de importância que o *best* ou *worst*, devendo ocasionar então sua valorização no resultado.

Assim, um especialista que considera que entre os subcritérios de *Vulnerabilidade*, *Fachadas* como o *best*, com índice representando ser moderadamente mais importante (3) que o subcritério *Materiais*, agora será considerado fortemente mais importante (5) para o cenário

simulado. Os critérios ou subcritérios que são considerados igualmente importantes com o *best* também terão suas respostas alteradas com um índice de importância. Este teste de sensibilidade deve alterar a ordem sensivelmente devido a mudança no valor do critério intermediário, e aumentar sensivelmente a diferença entre os pesos dos critérios *best* e *worst*.

Tabela 7 – Matriz resposta para análise de sensibilidade 1

Análise de Sensibilidade 1 - Aumento de dois pontos																
Esp.	Critérios								Vulnerabilidade Estrutural							
	BEST	VUL	SIG	POT	WORST	VUL	SIG	POT	BEST	MAT	FAC	COB	WORST	MAT	FAC	COB
Eng.	VUL	1	3	6	POT	6	4	1	FAC	6	1	4	MAT	1	6	4
Arq.	SIG	4	1	7	POT	4	7	1	FAC	6	1	2	MAT	1	5	5
Art.	SIG	2	1	5	POT	5	6	1	FAC	3	1	4	COB	3	5	1
Hist.	SIG	2	1	6	POT	5	7	1	MAT	1	5	2	FAC	5	1	5
Adm.	VUL	1	5	3	SIG	6	1	3	FAC	4	1	5	COB	3	6	1
Esp.	Significância Cultural								Potenciais e Restrições							
	BEST	HIST	SOC	ARQ	WORST	HIST	SOC	ARQ	BEST	TUR	USO	REST	WORST	TUR	USO	REST
Eng.	SOC	5	1	8	ARQ	6	7	1	USO	6	1	3	TUR	1	7	5
Arq.	SOC	5	1	8	ARQ	3	6	1	USO	9	1	3	TUR	1	9	6
Art.	SOC	2	1	5	ARQ	4	6	1	USO	4	1	2	TUR	1	6	4
Hist.	HIST	1	2	5	ARQ	5	4	1	TUR	1	6	2	USO	7	1	5
Adm.	SOC	3	1	7	ARQ	4	6	1	REST	7	3	1	TUR	1	4	7

Fonte: Autor

No segundo cenário, os critérios e subcritérios *best* serão avaliados com índice máximo comparados ao *worst*, representando sua superação completa. Os objetivos intermediários terão variação com a mesma quantidade de índices necessários para os critérios *best* ou *worst* obterem o índice limite, ou seja, mantendo a mesma importância em relação a estes objetivos. Atendendo esta descrição, a Tabela 8 tem a matriz de respostas para esta análise de sensibilidade, e ilustra essa operação nas células sombreadas, onde *Vulnerabilidade*, sendo o *best*, tinha índice de importância 4 em relação a *Potenciais e Restrições*, que se tornou um índice de importância 9, precisando de 5 pontos para atingir este valor.

Tabela 8 – Matriz resposta para análise de sensibilidade 2

Análise de Sensibilidade 2 - Valores extremos																
Esp.	Critérios								Vulnerabilidade Estrutural							
	BEST	VUL	SIG	POT	WORST	VUL	SIG	POT	BEST	MAT	FAC	COB	WORST	MAT	FAC	COB
Eng.	VUL	1	7	9	POT	9	3	1	FAC	9	1	8	MAT	1	9	3
Arq.	SIG	7	1	9	POT	3	9	1	FAC	9	1	6	MAT	1	3	9
Art.	SIG	7	1	9	POT	4	9	1	FAC	9	1	9	COB	2	9	1
Hist.	SIG	6	1	9	POT	4	9	1	MAT	1	9	7	FAC	9	1	4
Adm.	VUL	1	9	8	SIG	9	1	2	FAC	9	1	9	COB	2	9	1
Esp.	Significância Cultural								Potenciais e Restrições							
	BEST	HIST	SOC	ARQ	WORST	HIST	SOC	ARQ	BEST	TUR	USO	REST	WORST	TUR	USO	REST
Eng.	SOC	7	1	9	ARQ	5	9	1	USO	9	1	7	TUR	1	9	4
Arq.	SOC	7	1	9	ARQ	2	9	1	USO	9	1	7	TUR	1	9	5
Art.	SOC	7	1	9	ARQ	3	9	1	USO	9	1	6	TUR	1	9	3
Hist.	HIST	7	1	9	ARQ	9	3	1	TUR	1	9	6	USO	9	1	4
Adm.	SOC	7	1	9	ARQ	3	9	1	REST	9	6	1	TUR	1	3	9

Fonte: Autor

Desta forma, o critério intermediário *Significância Cultural*, que antes tinha índice 2, obtém índice 7 quando somados os 5 pontos. As mudanças nos índices em relação ao critério *worst* seguem os resultados obtidos no estágio *best*. Com este cenário objetiva-se examinar como o modelo reage às comparações entre critérios e subcritérios com superação completa.

A matriz de resposta da terceira análise de sensibilidade é apresentada na Tabela 9, e busca simular especialistas que dão mais importância às suas respectivas áreas. Deste modo, o arquiteto tende a optar entre os critérios mais significativos àquele em que mais está compreendida sua especialidade, que entre a *Vulnerabilidade*, *Significância* e *Potenciais*, por exemplo, a segunda terá a maior importância. Esta maior relevância das disciplinas relacionadas à sua área será representada de forma sensível, ao continuar considerando o nível crítico do especialista na ponderação dos critérios menos presentes na sua área de concentração. Esta análise pode resultar em mudanças na ordem, visto o nível de criticidade e imparcialidade demonstrado pelos especialistas ao não privilegiar sua disciplina no estudo de caso. Este comportamento pode ser justificado pelos profissionais compreenderem que a conservação preventiva do patrimônio cultural edificado envolve, para além de sua especialidade, áreas igualmente ou mais importantes que àquela que o especialista atua.

Tabela 9 – Matriz resposta para análise de sensibilidade 3

Análise de Sensibilidade 3 - Foco nas áreas dos especialistas																	
Prof.	Critérios									Vulnerabilidade Estrutural							
	BEST	VUL	SIG	POT	WORST	VUL	SIG	POT		BEST	MAT	FAC	COB	WORST	MAT	FAC	COB
Eng.	VUL	1	6	9	POT	9	3	1		FAC	3	1	2	MAT	1	3	2
Arq.	SIG	5	1	9	POT	5	9	1		FAC	6	1	2	MAT	1	7	6
Art.	SIG	6	1	7	POT	1	8	2		FAC	8	1	5	COB	1	7	2
Hist.	SIG	3	1	5	POT	4	5	1		MAT	8	1	2	FAC	1	6	5
Adm.	VUL	3	6	1	SIG	3	1	7		FAC	4	1	4	COB	2	4	1
Prof.	Significância Cultural									Potenciais e Restrições							
	BEST	HIST	SOC	ARQ	WORST	HIST	SOC	ARQ		BEST	TUR	USO	REST	WORST	TUR	USO	REST
Eng.	SOC	8	3	1	ARQ	1	5	8		USO	8	3	1	TUR	1	5	8
Arq.	SOC	6	4	1	ARQ	1	5	7		USO	9	1	5	TUR	1	9	3
Art.	SOC	1	3	7	ARQ	3	4	1		USO	5	1	9	TUR	3	9	1
Hist.	HIST	1	5	6	ARQ	7	3	1		TUR	1	6	7	USO	8	4	1
Adm.	SOC	5	1	8	ARQ	4	7	1		REST	7	5	1	TUR	1	3	6

Fonte: Autor

Os resultados dos pesos e hierarquias dos critérios são apresentados na Tabela 10 organizados em três setores. A primeira apresenta os critérios, a segunda os subcritérios sem terem sido submetidos a operação de multiplicação pelo seu respectivo critério, e a terceira os subcritérios com seus pesos finais já calculados. São apresentadas colunas com os pesos sombreados, onde a tonalidade mais escura indica maior peso, uma coluna de ordenação, e outra que compara a ordem da respectiva análise de sensibilidade à feita no estudo de caso.

Tabela 10 – Pesos e hierarquia de critérios e subcritérios em análise de sensibilidade

		CASO	R	AS1	R1	R-R1	AS2	R2	R-R2	AS3	R3	R-R3
Critérios	VUL	0.4734	1	0.4397	1	0	0.3875	2	-1	0.3572	2	-1
	SIG	0.3945	2	0.3996	2	0	0.4176	1	1	0.4057	1	1
	POT	0.1681	3	0.1606	3	0	0.1948	3	0	0.2371	3	0
Subcritérios * Sem produto	SOC*	0.5121	1	0.5383	1	0	0.6436	1	0	0.4030	3	-2
	REST*	0.4334	2	0.4191	3	-1	0.3358	4	-2	0.3149	4	-2
	FAC*	0.4142	3	0.4457	2	1	0.4999	2	1	0.5733	1	2
	USO*	0.3759	4	0.3886	4	0	0.4248	3	1	0.4385	2	2
	HIST*	0.3408	5	0.3343	5	0	0.2237	8	-3	0.3040	5	0
	COB*	0.3395	6	0.2986	6	0	0.2533	5	1	0.2879	7	-1
	MAT*	0.2463	7	0.2557	7	0	0.2467	6	1	0.1388	9	-2
	TUR*	0.1907	8	0.1923	8	0	0.2394	7	1	0.2466	8	0
	ARQ*	0.1472	9	0.1274	9	0	0.1327	9	0	0.2930	6	3
Subcritérios Finais	SOC	0.2020	1	0.2151	1	0	0.2688	1	0	0.1635	2	-1
	FAC	0.1961	2	0.1960	2	0	0.1937	2	0	0.2048	1	1
	COB	0.1607	3	0.1313	4	-1	0.0982	3	0	0.1028	6	-3
	HIST	0.1344	4	0.1336	3	1	0.0934	5	-1	0.1233	3	1
	MAT	0.1166	5	0.1124	5	0	0.0956	4	1	0.0496	9	-4
	REST	0.0729	6	0.0673	6	0	0.0654	7	-1	0.0747	7	-1
	USO	0.0632	7	0.0624	7	0	0.0828	6	1	0.1040	5	2
	ARQ	0.0581	8	0.0509	8	0	0.0554	8	0	0.1189	4	4
	TUR	0.0321	9	0.0309	9	0	0.0466	9	0	0.0585	8	1

Fonte: Autor

A primeira análise de sensibilidade resulta em uma alteração na ordem, apesar das modificações de apenas dois índices de importância entre os objetivos *best* e *worst*. Também houve mudança do índice unitário no objetivo intermediário, que em alguns dos casos alterou a relação de igualdade nas avaliações. Entretanto, o peso é distribuído de forma igual entre os critérios e subcritérios, produzindo baixa influência sobre os resultados finais.

Avaliando as diferenças entre os pesos, que podem ser visualizadas mais facilmente no APÊNDICE D, verifica-se que os dois subcritérios que trocam de ordem entre si, *Coberta e Documentação Histórica*, se justifica pela maior mudança no peso do primeiro, de 0.0294. Este subcritério também sofre a maior mudança antes da operação de produto pelo seu critério, o que, no entanto, não muda a sua ordem. Isto acontece devido as outras diferenças encontradas neste cenário, onde por exemplo o subcritério *Restrições** aumenta em 0.0143 enquanto o *Fachadas** reduz em 0.0315. Fica claro a importância dos critérios para as mudanças nas ordens para quaisquer cenários, e sabe-se ainda que a análise da hierarquia parcial dos *subcritérios** não tem relação direta ao resultado final, mas ajudam a entender as influências dos critérios sobre a ordem.

No cenário 2 é esperado maiores alterações nas ordens, isto pois houve uma elevada mudança dos índices de importância, como pode ser observado ao comparar a Tabela

2 e Tabela 8. Assim, àqueles objetivos antes definidos com maior frequência como *best* devem aumentar seu peso em comparação com àqueles que foram com maior frequência *worst*. Os objetivos intermediários devem seguir o aumento aproximado do peso por acompanhar os índices de respostas adicionados ao objetivo *best*.

A partir da Tabela 10 se verifica primeiramente a mudança na ordem dos critérios. *Vulnerabilidade Estrutural* é o primeiro no estudo de caso, com 0.0789 de diferença, enquanto que para esta análise de sensibilidade ocupa o segundo, com uma diferença de 0.0301 para o primeiro critério, *Significância Cultural*. Isto resulta em maiores mudanças nos subcritérios comparados ao cenário 1, e adicionalmente percebe-se o aumento já esperado dos pesos dos objetivos frequentemente considerados *best* pelos especialistas.

Neste aspecto, quatro subcritérios alteram sua hierarquia em apenas uma posição. Apesar do aumento do peso do critério *Significância*, seu subcritério *Documentação Histórica* perde uma posição devido a relevante valorização do subcritério *Valor Social*, e os *trade-offs* dos coeficientes. De forma análoga acontece ao subcritério *Uso* em comparação com os outros subcritérios de *Potenciais e Restrições*. Neste *Restrições* perde uma posição na ordem para o subcritério mencionado. Deste modo, percebe-se que o método retorna resultados lógicos de acordo com a análise prévia dos dados de entrada, e pelas comparações com os resultados do estudo de caso.

O último cenário consegue apresentar resultados não baseados estritamente nas avaliações prévias da aplicação do estudo de caso. Assim, a análise de sensibilidade 3 compreende de uma matriz de respostas mais livre, onde os índices de importância dada aos critérios serão atribuídos pelo analista de acordo com a área representada pelo especialista. Espera-se resultados diferentes daqueles encontrados no estudo de caso pois, verificando as avaliações das matrizes de respostas, não se observa favorecimentos claros das áreas correlatas do especialista que avalia.

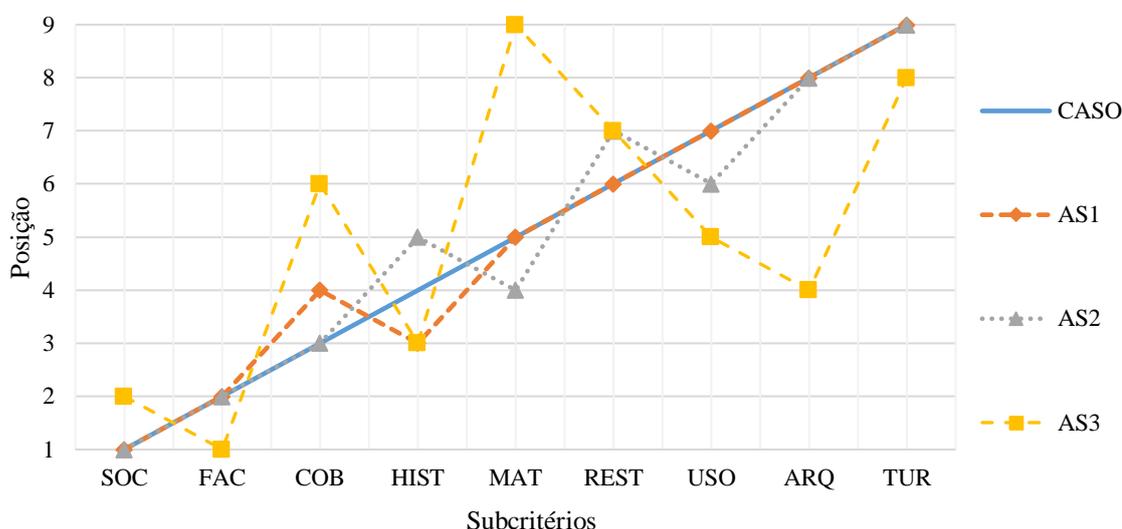
Atendendo esta expectativa, esta análise de sensibilidade promove mudanças significativas nas posições dos subcritérios. Associadas à estas, também se verifica consideráveis diferenças nos pesos ao comparar com o estudo de caso. Estas acontecem principalmente devido as mudanças nos pesos dos critérios. Avaliando estes resultados pelo APÊNDICE D, observa-se que os pesos aos critérios estão mais igualmente distribuídos, o que leva a uma redução de *Vulnerabilidade*, e aumento de *Potenciais* e *Significância*. Desta forma, a superação entre os subcritérios contidos em um mesmo critério tem maior influência

sobre o peso final. Entretanto, observa-se que *Fachadas* continua dominando *Cobertas* e *Materiais*; enquanto isto *Valor Social* ainda supera, com menor força, *Documentação Histórica* e *Relevância Arquitetônica*; e por fim o subcritério *Uso* obtém maior peso quando comparado com *Restrições* e *Turismo*.

A diferença mais importante neste cenário compreende o subcritério *Relevância Arquitetônica*, que sobe quatro posições, tendo um aumento de 0.061. Uma das causas é dos baixos índices dados pelos especialistas no estudo de caso. Para estes, uma abordagem de conservação preventiva prevalece os fatores sociais e históricos sob aspectos estéticos. Enquanto isso, *Materiais* perde quatro posições, tendo a maior redução dentre os subcritérios, no valor de 0.067, já o subcritério *Cobertas*, que para o caso ocupa a terceira posição, na análise de sensibilidade 3 passa a ocupar a sexta.

A simulação deste cenário permitiu a valorização do critério *Uso*, que sobe duas posições, com aumento de 0.041 apesar de pertencer ao critério menos valorizado, *Potenciais* e *Restrições*. Isto acontece embora a sua relação com áreas de economia, administração e gestão. Ilustrando as hierarquias construídas a partir das análises de sensibilidade e do estudo de caso, a Figura 8 apresenta um gráfico de linhas.

Figura 8 – Gráfico de variações da ordem dos subcritérios entre estudo de caso e cenários.



Fonte: Autor

Neste gráfico, a coordenada x representa os subcritérios, organizados em ordem crescente das posições para o estudo de caso. Assim, a linha no gráfico que representa o estudo de caso compreende uma linha reta, partindo do subcritério em primeira posição (*Valor Social*),

até o subcritério em última posição (*Atratividade Turística*). Deste modo, quanto maior a distância desta linha dos pontos dos outros cenários nomeados AS1, AS2 e AS3, maior a diferença nas ordens entre o cenário e o estudo de caso.

Visualizando este gráfico se verifica com facilidade a permanência da primeira, segunda, penúltima e última posições, que compreendem o *Valor Social* (SOC), as *Fachadas* (FAC), a *Atratividade Turística* (TUR) e a *Relevância Arquitetônica* (ARQ), concluindo assim maior assertividade em suas hierarquias para o estudo de caso. No entanto, examinando o APÊNDICE E, isto acontece mesmo com o critério de *Valor Social* tendo o maior desvio nos pesos, enquanto subcritério *Fachadas* é aquele com o menor desvio. O subcritério que possui maior desvio em relação a ordem hierárquica é a *Documentação Histórica*, que apresenta desvio padrão igual à 1, resultado de variação de uma posição acima e outra abaixo de sua média.

As informações discutidas nesta análise são importantes para o teste do modelo, e podem ajudar na compreensão e afirmação de seu funcionamento e robustez. Já para avaliar e fazer uso dos dados da aplicação, entende-se que os resultados do próprio estudo de caso são suficientes para realizar a ponderação e ordenação dos objetivos.

2.5. CONCLUSÕES

Nas décadas recentes existe um aumento no interesse em patrimônios edificados, principalmente no contexto europeu, mas com iniciativas importantes em outras localidades, como na Ásia e nas Américas. Este interesse é traduzido em produções acadêmicas, e posteriormente em ações no âmbito tanto público como privado, que vem gerando novas discussões e contagiando a temática globalmente. Estes debates contribuem no entendimento do tema satisfazendo as construções conceituais que entendem que o patrimônio edificado é, para além de uma construção histórica, monumentos que possuem valores tangíveis e intangíveis complexos, e com grande potencial de contribuição ao espaço e para as dinâmicas realizadas neste.

De fato, o patrimônio possui um valor cultural, social e econômico capaz de gerar processos virtuosos para o desenvolvimento do território ao seu redor. Para preservar esse patrimônio adequadamente, interromper os frequentes processos de degradação e promover atividades de recuperação, é necessário criar e promover ferramentas capazes de lidar com os múltiplos agentes e disciplinas envolvidas nas atividades de proteção. Essas ferramentas

devem ser integradas ao planejamento no âmbito governamental, e sempre que oportuno, no jurídico, isto pois apenas com este apoio é possível implementar ações necessárias à sua proteção, uma vez que o ambiente histórico é vulnerável.

A chave deste processo é entender o significado destes patrimônios, percebendo sua função na história e na dinâmica social e seu potencial de assumir um papel ainda mais importante na construção da memória e da identidade da comunidade. Este reconhecimento atua como um catalisador na participação comunitária na proteção e promoção destes bens. Os processos de preservação desses patrimônios passam por uma reestruturação, ao entender que sua integração no desenvolvimento sustentável os tornam mais eficientes. Portanto, justifica-se a necessidade de garantir sua inclusão nos programas de gestão e desenvolvimento urbano, os integrando efetivamente à cidade.

Para tratar este problema sistematicamente é necessário construir um modelo que transcreva esse cenário, tornando possível a proposta de uma iniciativa adequada. As informações atribuídas no modelo nesta pesquisa partem de especialistas em suas respectivas áreas, e com conhecimento sobre o conjunto histórico de Sobral. Adicionalmente, o modelo utiliza dados de estudos e discussões recentes no âmbito da preservação deste sítio e do tema na perspectiva local, regional e mundial. Em alinhamento com estas, são apresentados critérios para a caracterização de iniciativas de manutenção no âmbito da conservação preventiva. A indicação de uma função dos múltiplos critérios provém ao tomador de decisão dados indispensáveis para avaliar as estratégias e ações futuras.

Os resultados obtidos apontam que a vulnerabilidade estrutural é um dos principais critérios na escolha das atividades de manutenção nos edificados do conjunto histórico sobralense. Neste, as fachadas são o sistema que mais determinam as iniciativas, não só por ter um papel estrutural importante nestas edificações vernaculares, mas também por se relacionar diretamente aos aspectos urbanísticos. Algumas iniciativas realizadas pelo município neste aspecto é o inventário das fachadas do conjunto, além de seguir as recomendações apresentadas no termo de tombamento quanto a conservação destes sistemas; outra se relaciona ao plano de arborização da cidade, que indicam ações para a valorização destas fachadas.

Entretanto, o subcritério que lidera a ordem hierárquica relaciona-se a representatividade do patrimônio para a comunidade. Desta forma, os edificados que não só tem apelo à memória e identidade da comunidade, mas especialmente os que constroem laços

no presente e se projetam no futuro como agentes dinâmicos no espaço devem ser priorizados em ações de conservação do sítio. Nesta perspectiva, os principais equipamentos culturais e educacionais recebem frequentemente ações que partem de iniciativas públicas, mas que recebem apoio e participação da sociedade.

O modelo proposto neste trabalho colabora com uma tomada de decisão inteligível, estimula a cooperação de especialistas, considera aspectos previamente reconhecidos pela atual gestão como essenciais para a conservação, e auxilia em debates edificantes ao tema e ao processo decisório. Entende-se também que apesar de uma ferramenta quantitativa, os resultados devem ser compreensivamente e criticamente avaliados antes de definida uma solução.

3. MODELO MULTICRITÉRIO PARA HIERARQUIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM PATRIMÔNIOS EDIFICADOS DE SOBRAL-CE

RESUMO

A sua manutenção do patrimônio cultural edificado se torna complexa por considerar aspectos não só estéticos e estruturais, mas também subjetivos. Estas edificações também têm papel fundamental na dinâmica social e econômica, adicionalmente, os processos de proteção a estes patrimônios alinhados ao seu desenvolvimento sustentável intensificam sua valorização e viabilizam sua salvaguarda. Considerando essa perspectiva, este trabalho propõe um modelo de tomada de decisão multicritério na hierarquização da manutenção preventiva de patrimônios culturais edificados, validado na aplicação de caso no centro histórico da cidade de Sobral-CE. O modelo coleta o conhecimento de especialistas de áreas significativas para a ponderação dos critérios por meio de método multicritério *Bayesian Best-Worst*. Nove subcritérios são escolhidos e submetidos a avaliação e estão compreendidos em três critérios nomeados vulnerabilidade estrutural, significância cultural, e potencial e restrições. As alternativas deverão ser avaliadas então em duas etapas: a primeira remete a análise da vulnerabilidade estrutural considerando a sismicidade do município sobralense realizado pelo LAREB e modificado para variáveis *fuzzy*; a segunda é a coleta de preferências de decisores. Por fim é realizada a aplicação de um método de priorização para decisões em grupo denominado FG-MULTIMOORA, permitindo a ordenação hierárquica. Os pesos atribuídos aos subcritérios indicam o valor social como mais expressivos, seguido pela documentação histórica, a vulnerabilidade da cobertura, dos materiais construtivos e paredes de fachada dos edifícios. Certamente devido a característica pouco restritiva das atividades de manutenção, o subcritério relacionado a este obteve menor importância. A hierarquia das alternativas elencadas foi construída a partir de três decisores de áreas de atuação distintas. O resultado da hierarquia demonstra a forte influência da vulnerabilidade e da significância cultural do patrimônio, indicando às primeiras posições edificações que tiveram consenso entre os decisores. Dentre estas estão os principais equipamentos socioculturais e das edificações que obtiveram altos índices de vulnerabilidade. Já as alternativas que ocupam as últimas posições compartilham de relativa baixa contribuição às dinâmicas sociais do município e baixa vulnerabilidade estrutural. O trabalho contribui apresentando um modelo de decisão inédito na manutenção do patrimônio cultural edificado, e que adota critérios considerando a vulnerabilidade estrutural, critérios alinhados com as diretrizes de preservação do patrimônio material, estudo de tombamento e ao contexto atual, como também aspectos econômicos e sociais importantes para o desenvolvimento sustentável do município e de seu centro histórico.

3.1 INTRODUÇÃO

A manutenção é uma atividade que só recentemente tem ganhado notoriedade no campo dos patrimônios culturais, o qual usualmente aponta para intervenções compreendidas como reparação, restauração e reabilitação (EKEN; TAŞCI; GUSTAFSSON, 2019). Esse padrão parece estar sendo interrompido devido a influência de pesquisas com resultados positivos em conservação preventiva, e encorajado pelas contribuições do *facilities management*¹³ (BALEN; VANDESANDE, 2018).

No âmbito nacional, o IPHAN (2018) entende o patrimônio material como “o universo de bens tangíveis, móveis ou imóveis, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira” e quando edificado ou arquitetônico, é compreendido por edificações que satisfazem esta compreensão. Deste modo, observa-se um forte alinhamento com o conceito vigente mundialmente, presente no documento de Nara (UNESCO, 1994) e no documento de burra (AUSTRALIA ICOMOS, 2013).

No contexto dos patrimônios históricos, as atividades de manutenção devem além de manter os sistemas construtivos em condições adequadas e promover o bom funcionamento e segurança aos usuários, deve, também proteger os valores intangíveis destes bens (BOND; WORTHING, 2016). Estas atividades de manutenção são recorrentemente tratadas com propriedade por fazerem parte de planos de conservação, que exigem uma caracterização das propriedades destes edifícios (UNESCO, 2016). Ainda, este tema tem destaque devido a contribuição de organizações e instituições nacionais e internacionais, que ao reconhecer e valorizar o patrimônio histórico-arquitetônico, progressivamente se identifica benefícios de sua conservação para a sociedade (PERNG; JUAN; HSU, 2007).

Os patrimônios devem passar por procedimentos de tombamento para serem apropriadamente geridos, buscando preservar sua significância cultural, sendo o plano de conservação o principal instrumento da sua gestão (IPHAN, 2018). O plano de conservação deve envolver o desenvolvimento de estratégias que analisem sua significância ao seu uso, bem como com os objetivos da organização a qual pertence ou ocupa. Tal abordagem deve focar em ações, processos, e priorizações buscando a proteção do valor dos patrimônios

¹³ *Facilities Management* é uma disciplina recente que busca integrar todas as funções gerenciais e administrativas do espaço físico de uma edificação para esta melhor atender seu objetivo, frequentemente servindo de local físico para uma organização ou instituição.

edificados (BOND; WORTHING, 2016, p.3). Este plano também deve considerar a preservação de outros sistemas construtivos e da sua estrutura, essenciais para a edificação (ICOMOS, 2003; WARREN, 2004). Neste âmbito, a manutenção contínua é a intervenção essencial para a sua proteção (ICOMOS, 1964), e se classificam como as atividades mais sustentáveis e menos invasivas (BERTOLIN; LOLI, 2018).

As ações de manutenção devem buscar proteger o valor, e também contribuir com a função a qual o patrimônio edificado exerce aos seus usuários, como apresentado na definição de manutenção em IPHAN (2010), como sendo o “conjunto de operações destinadas a manter, principalmente, a edificação em bom funcionamento e uso” e com as atividades que compreendem a conservação em IPHAN (2018), que devem preservar os valores de tombamento, estimular a manutenção, otimizar investimentos e reduzir riscos. De forma complementar, Gard'ner (2007) aponta que além da significância, também se deve avaliar os possíveis problemas e vulnerabilidades os quais o patrimônio está submetido, que incluem, mas não se limitam a sua condição física e deterioração, danos e potenciais vandalismos, reparos anteriores inadequados e uso inapropriado.

É relatado frequentemente na literatura o processo exaustivo de intervenção nos edificados históricos quando se considera, corretamente, as numerosas disciplinas que este tema compreende (PETZET, 2004; RIBERA et al., 2019). Apesar, no âmbito nacional ainda observa-se reduzida participação de atores importantes no processo de decisão na manutenção destes edificados, como historiadores, antropólogos e turismólogos, cabendo citar outras áreas também ausentes, mas que participam no processo em múltiplas etapas, como a jurídica, administrativa e tecnológica (OLIMPIO; CAMPOS; MESQUITA, 2020). Decisões realizadas sem considerar a pluralidade de áreas irão, provavelmente, resultar na redução da significância cultural e do patrimônio de alguma forma (BOND; WORTHING, 2016, p.12).

Para a solução adequada e sistemática destes tipos de problema o ramo da pesquisa operacional desenvolveu os métodos de tomada de decisão multicritério (MCDM). Estes métodos propõem um processo de avaliação de situações reais baseadas em vários critérios, qualitativos ou quantitativos, em ambientes usualmente incertos, para encontrar um curso de ação, de escolha, de estratégia, ou políticas, adequadas entre várias opções disponíveis (RAJU; KUMAR, 2013). São reconhecidos pela eficácia e objetividade, e são amplamente adotados em problemas complexos (ZAVADSKAS; TURSKIS; KILDIENĖ, 2014). No entanto, a aplicação de métodos de tomada de decisão multicritério não são frequentes na solução de

problemáticas envolvendo a preservação de patrimônios históricos edificados (MORKŪNAITĖ; KALIBATAS; KALIBATIENĖ, 2019), e até a presente data não existem publicações acadêmicas nacionais que adotem estes métodos na priorização de intervenções nos processos decisórios em patrimônios edificados.

Reconhecendo esta lacuna, e identificando a oportunidade de sistematização do processo decisório, este trabalho propõe um modelo de tomada de decisão multicritério na manutenção de patrimônios edificados. Para isto, se tomou como objeto de estudo o centro histórico tombado da cidade de Sobral-CE, cuja representatividade para a cultura, economia, e história da região e Estado é indiscutível, sendo certamente a cidade que mais resguarda o patrimônio histórico edificado do Ceará (COSTA; CRUZ; ALVES, 2008).

O modelo considera os múltiplos critérios importantes para a significância cultural do patrimônio no contexto que este se encontra, apontando para a preservação daqueles encontrados no estudo de tombamento em IPHAN (1999), nos critérios representativos, além de oportunidades e vulnerabilidades identificadas em pesquisa. A partir deste ponto, o modelo híbrido é construído adotando o conhecimento especializado com dois métodos distintos, o primeiro utilizando a interpretação bayesiana do método *Best-Worst* para a consolidação e ponderação dos critérios identificados em Olimpio, Campos e Mesquita (2020), e o segundo utilizando o método *Fuzzy-Group MULTIMOORA* para a priorização de uma amostra de edificações representativas do centro histórico a partir da educação de preferências de um grupo de decisores, e da adoção da vulnerabilidade destas edificações realizadas na pesquisa de Mota, Gadelha e Mesquita (2017), que foram traduzidas para variáveis *fuzzy* considerando a incerteza presente na coleta de dados.

3.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.2.1 Intervenção no Patrimônio Cultural Edificado

A intervenção pode ser entendida como ações que envolvem os processos que resultam ou compreendem alterações nos edificados históricos, buscando acrescentar características, ou retornar ao seu estado anterior. O IPHAN (2010)¹⁴ define o termo como:

(...) toda a alteração do aspecto físico, das condições de visibilidade, ou da ambiência do bem edificado ou da sua área de entorno, tais como serviços

¹⁴ Portaria nº420 de 22 de dezembro de 2010, dispõe sobre os procedimentos a serem observados para a concessão de autorização para realização de intervenções em bens edificados tombados e nas respectivas áreas de entorno.

de manutenção e conservação, reforma, demolição, construção, restauração, recuperação, ampliação, instalação, montagem e desmontagem, adaptação, escavação arruamento, parcelamento e colocação de publicidade.

Paralelo a teoria e prática da preservação e conservação, os conceitos e procedimentos de intervenção são constantemente discutidos e desenvolvidos nos encontros sediados pelo ICOMOS, UNESCO, ICCROM e ICOM. Seus documentos conclusivos têm o mérito de traduzir a síntese do pensamento e anseios da comunidade científica específica, no momento e local em que foram gerados, e por se tratarem de fóruns internacionais, possuem a prerrogativa de atuarem como manuais técnicos, utilizados como referência nos processos de intervenção (ALTHOFF, 2008).

Destacam-se sobre a construção de conceitos que compreendem a intervenção em patrimônios materiais as cartas patrimoniais dos eventos em Veneza (1964), Quito (1967), Bruxelas (1969), Amsterdã (1975), Burra (1980), e Nara (1994), caracterizados no APÊNDICE A deste trabalho. O Quadro 4 reúne alguns destes princípios que costumam ser objeto de consideração nos processos de intervenção nas edificações com relevância histórica e cultural. Alguns deles são recorrentes em diretrizes e normas, mas o atendimento completo ou parcial fica a critério do órgão administrativo e regulador ao qual o patrimônio atende.

Quadro 4 – Princípios de intervenção em patrimônios arquitetônicos históricos.

Reversibilidade	Facilitar e possibilitar qualquer intervenção futura.
Distinguibilidade	Não propor o tempo como reversível, não devendo induzir o observador ao engano, sendo obrigado a documentar a si próprio.
Mínima Intervenção	A intervenção não deve desnaturar o documento histórico nem a obra como imagem figurada.
Significância Cultural	Deve conservar e revelar valores identificados do monumento.
Transcursão do tempo	As contribuições representativas das épocas devem ser respeitadas.

Fonte: Autor

O IPHAN (2010) apresenta uma portaria que dispõe sobre procedimentos para a concessão de autorização para realização de intervenções em bens edificados tombados e suas áreas de entorno, apresentados no Quadro 5. Evidentemente, eles diferem daqueles apresentados no Quadro 4 por estarem relacionados a autorização de projetos, mas apresentam algumas correlações incipientes no que tange a autenticidade e proporcionalidade. Bond e Worthing (2016, p.229) discorrem sobre os princípios de ambos os cenários, ao considerar aspectos operacionais à primeira.

Quadro 5 – Princípios para concessão de projetos de intervenção

Prevenção	Manter a integridade de bens culturais de forma a impedir a sua fragmentação, desfiguração, degradação, perda física ou de autenticidade.
Planejamento	Assegurar adequada e rigorosa programação dos trabalhos nos bens, com técnicas, metodologias e recursos a empregar na sua execução.
Proporcionalidade	Corresponder ao nível de exigências e requisitos a complexidade das obras ou intervenções em bens culturais e à forma de proteção
Fiscalização	Promover o controle das obras ou intervenções em bens culturais de acordo com os estudos e projetos aprovados.
Informação	Divulgar os dados sobre as obras ou intervenções realizadas para fins histórico-documentais, de investigação e estatísticos.

Fonte: adaptado de IPHAN (2010)

O IPHAN dispõe de portarias que abrangem instruções sobre ações de preservação e critérios de intervenção para seus sítios e monumentos tombados no âmbito federal. Entretanto, carece de manual¹⁵ que ofereça diretrizes e uniformize procedimentos para a elaboração de intervenções nestes patrimônios edificados. Este ajudaria nas propostas de projetos de intervenção no nível federal, e também auxiliaria as outras esferas governamentais nas ações em seus edificados históricos. Ainda, existe a necessidade de consolidar aspectos técnicos e conceituais, bem como termos os quais são atribuídos frequentemente definições distintas entre os documentos.

O manual de elaboração dos projetos de preservação do patrimônio cultural submetidos ao programa nacional Monumenta¹⁶ é um dos documentos governamentais que melhor descrevem os procedimentos de intervenção em edificados com significância cultural. As definições trazidas neste documento abrangem a maioria dos termos que compreendem os processos de intervenção nos guias internacionais, dentre estas se destacam a:

- **Manutenção:** operações preventivas destinadas a manter em bom funcionamento e uso, em especial, a edificação;
- **Reparação:** operações para corrigir danos incipientes e de pequena repercussão;
- **Reabilitação:** operações destinadas a tornar apto o edifício a novos usos, diferente para o qual foi concebido;

¹⁵ Em 2018 o DEPAM/IPHAN lançou o Manual para Projetos de Intervenção em Bens Móveis (DEPAM, 2018). Outro manual disposto pelo IPHAN é Manual de Intervenções em Jardins Históricos (IPHAN, 1999).

¹⁶ Elaborados com a finalidade de consolidar e transmitir os conceitos, normas e preceitos que orientam a preservação do Patrimônio Histórico e Artístico protegido pela União pelo Decreto Lei nº 25. (BRASIL, 2005a)

- **Reconstrução:** conjunto de ações destinadas a restaurar uma edificação ou parte dela, que se encontre destruída ou em risco de destruição, mas ainda não em ruínas;
- **Restauração:** conjunto de operações destinadas a restabelecer a unidade da edificação, relativa à concepção original ou de intervenções significativas na sua história. O restauro deve ser baseado em análises e levantamentos inquestionáveis e sua execução deve permitir a distinção entre o original e a intervenção. A restauração constitui o tipo de conservação que requer o maior número de ações especializadas (BRASIL, 2005).

Portanto, a restauração pode ser entendida como um conjunto de intervenções que proporcionam a recuperação da concepção original ou do momento importante da história da edificação. Nas políticas estabelecidas nos planos de conservação, a restauração costuma ser uma das ações preferidas no processo de preservação, e certamente é uma das atividades mais complexas por exigir pesquisas, demandar muitos recursos e informações precisas para sua adequada execução, e por isto, quando possível, deve ser evitada.

Entretanto, isto só se torna viável quando os bens históricos e culturais são adequadamente administrados e monitorados por uma gerência especializada, a qual busca proteger os valores destes patrimônios edificados, bem como preservar a sua funcionalidade e segurança, ao integrar ao escopo de planejamento ações de manutenção contínuas (CARDOSO; ACHIG-BALAREZO; BARSALLO, 2018; CRISTINA HERAS et al., 2013), atendendo os princípios de concessão de projetos do Quadro 5.

As atividades de manutenção são àquelas consideradas as menos invasivas, e por isso frequentemente não são classificadas como intervenções por não promoverem alterações (BOND; WORTHING, 2016, p.235), atendendo com mais facilidade os princípios de intervenção mencionados nas cartas patrimoniais. Estas atividades têm capacidade de reter a significância cultural, demandando poucos recursos e possuindo menos restrições, além de serem essenciais em qualquer patrimônio edificado (ICOMOS, 1964, 1987). A manutenção compreendida na conservação preventiva também pode promover a identificação e mitigação de vulnerabilidades antes de impactarem na segurança e no valor do imóvel (ORTIZ; ORTIZ, 2016).

3.2.2 Vulnerabilidade do Patrimônio Cultural Edificado

Por serem edificações, evidentemente os patrimônios histórico-arquitetônicos devem passar por processos que propiciem seu uso com segurança, e também resguardem sua significância cultural (BOND; WORTHING, 2016). Por essas características, e por muitas vezes adotarem sistemas construtivos não normatizados e com pouco conhecimento sobre suas propriedades físico-mecânicas, as ações de manutenção aos seus múltiplos sistemas se tornam particulares. Sob a mesma justificativa, esses patrimônios precisam de procedimentos adequados para avaliar a severidade das ocorrências patológicas, as soluções estruturais e o ambiente o qual se encontram, avaliando a vulnerabilidade em que estas edificações estão submetidas (VICENTE, 2008).

De um modo geral, modelos que calculam a severidade fazem a avaliação dos contextos nos quais as edificações se encontram suscetíveis, dentre esses, se destaca a ação sísmica. Isto pois a maioria dos sistemas construtivos de edificações históricas são propensos a ruína ao serem submetidos a cargas dinâmicas intensas. Alguns modelos para o cálculo da vulnerabilidade sísmica são construídos buscando atender parâmetros, frequentemente regionais, onde este tipo de evento é mais comum. Destaca-se o procedimento RVS (*Rapid Visual Screening*) apresentado na norma FEMA 310¹⁷, as metodologias propostas em Risk-UE¹⁸, e em GNDT¹⁹ e seus múltiplos procedimentos mistos com abordagens macro-sísmicas (FERREIRA; MAIO; VICENTE, 2017; GIOVINAZZI; LAGOMARSINO, 2004).

A vulnerabilidade representada por indicadores, construídos em função de parâmetros tanto qualitativos quanto quantitativos, são comuns em aplicações que abrangem uma grande amostra, como na preservação de um sítio histórico urbano. Isto pois, viabilizada pela simplicidade da instrumentação e operação, e por ser frequentemente fácil de coletar as informações necessárias, permitem uma avaliação ampla e uma atualização contínua. Além

¹⁷ As normas da *Federal Emergency Management Agency* - FEMA nos Estados Unidos da América apresentam vários guias para análise de risco e recuperação de estruturas de edificações, entre eles encontra-se o FEMA310, Handbook for the seismic evaluation of buildings. Washington DC: Federal Emergency Management Agency; 2005.

¹⁸ RISK-UE é um projeto criado pela Comissão Europeia para o desenvolvimento de metodologias gerais e modulares para a criação de cenários de risco sísmico, onde concentra-se características específicas de cidades europeias, incluindo edificações atuais e históricas. Esta abordagem classifica as edificações de acordo com sua tipologia em seis classes de vulnerabilidade (de A à F).

¹⁹ Abordagem desenvolvida pelo Grupo Italiano de Defesa à Sismos – GNDT é classificada em dois níveis. A metodologia no nível 1 classifica as edificações de acordo com sua tipologia em três classes de vulnerabilidade (A, B e C).

dos métodos que realizam o cálculo da vulnerabilidade a partir de índices, métodos analíticos também são propostos na literatura, e podem ser consultados na revisão sistemática sobre o metodologias de análise de vulnerabilidade sísmica em Kassem, Nazri e Farsangi (2020).

Reconhecendo esta problemática, Mota, Gadelha e Mesquita (2017) constroem e aplicam o modelo de Vicente (2008) para calcularem os índices de vulnerabilidade à uma amostra de edificações históricas relevantes no município de Sobral. O modelo simplificado²⁰ adotado utiliza apenas o índice de vulnerabilidade das paredes de fachada para calcular a vulnerabilidade estrutural²¹. Estas paredes de fachada na tipologia das edificações vernaculares²² estudadas na cidade de Sobral podem ser consideradas elementos estruturais que conferem relevante rigidez para a estrutura. Deste modo, apresentam grande importância para a estabilidade estrutural, bem como são os elementos que contribuem consideravelmente para a significância cultural (IPHAN, 1998b).

O modelo propõe um índice calculado através da soma ponderada de 10 parâmetros. Os parâmetros são dispostos em quatro classes de vulnerabilidade: A, B, C e D. Para cada parâmetro é associado um peso que varia de 0.5 à 0.75, dependendo do grau de importância de cada um. O índice pode ser calculado pelo somatório do produto entre o valor atribuído a cada classe e o peso de todos os parâmetros. O índice de vulnerabilidade da fachada de uma edificação poderá variar entre 0 e 100, quanto menor for o índice, menor será a sua vulnerabilidade (MOTA; GADELHA; MESQUISTA, 2017).

Associado à escolha da classe de vulnerabilidade de cada parâmetro existe um nível de incerteza, relacionado a qualidade da informação disponível durante as inspeções. Esta incerteza é associada a um grau de confiança (GC), representando a fiabilidade dos resultados. O método permite a classificação desta incerteza em quatro níveis, de acordo com a qualidade da informação, nominadas: ausente (A), baixa (B), média (M), e elevada (E).

²⁰ Ferreira (2009) classifica os métodos de avaliação da vulnerabilidade sísmica em (1) baseados na opinião de especialistas; (2) modelos simplificados com métodos aplicáveis e análises de grande número de edifícios num curto espaço de tempo; (3) modelos analíticos onde procedimentos refinados, frequentemente com uso de modelagem matemática e equipamentos específicos.

²¹ De acordo com Vicente (2008) a vulnerabilidade de uma edificação pode ser avaliada em três níveis, nomeados vulnerabilidade estrutural, vulnerabilidade não estrutural e vulnerabilidade funcional.

²² Edificações vernaculares são àquelas construídas no âmbito da arquitetura vernacular, que se entende como construções que adotam os materiais disponíveis na localidade bem como técnicas construtivas regionais usuais para àquela categoria de edificação.

O Quadro 6 é o instrumento adotado para preenchimento das classes para cada parâmetro citado em cada uma das edificações estudadas. Cada parâmetro é calculado de uma forma específica, e pode compreender desde uma análise qualitativa feita por especialistas, ou quantitativa, composta por equações propostas em Vicente (2008). O modelo proposto por este autor se limita a característica sísmica, propondo então parâmetros relacionados a estabilidade estrutural. Entretanto, as informações coletadas quanto a estrutura do edificado incluem o seu estado de conservação, e por isso também são relevantes para a proposta de manutenção preventiva destas edificações encontradas neste trabalho.

Quadro 6 – Metodologia para cálculo do índice de vulnerabilidade

Parâmetro de Avaliação	Classe				Peso	GC
	A	B	C	D	P_i	
P1 Geometria da fachada	0	5	20	50	0.5	
P2 Esbelteza máxima	0	5	20	50	0.5	
P3 Área das aberturas	0	5	20	50	0.5	
P4 Desalinhamento de aberturas	0	5	20	50	0.5	
P5 Qualidade dos materiais	0	5	20	50	0.75	
P6 Estado de Conservação	0	5	20	50	0.75	
P7 Eficiência da ligação às paredes ortogonais	0	5	20	50	0.5	
P8 Ligação aos diafragmas horizontais e coberturas	0	5	20	50	0.5	
P9 Impulsos da cobertura	0	5	20	50	0.5	
P10 Elementos não-estruturais	0	5	20	50	0.5	

Fonte: Mota (2018)

Mota, Gadelha e Mesquita (2017) justificam sua pesquisa devido a desconsideração de critérios sísmicos na concepção destes patrimônios histórico-arquitetônicos, os quais são recomendados²³ nas construções atuais, apesar da localização intraplaca do Brasil (NOBREGA; NOBREGA, 2016). Em adição a isto, o município de Sobral tem lidado com tremores de terra de baixa escala²⁴ que podem afetar a segurança dos usuários e a preservação dos seus monumentos históricos.

²³ Recomendadas pela ABNT NBR 15.421 de 2006, que fixa os requisitos exigíveis para verificação da segurança das estruturas usuais da construção civil de sismos e os critérios de quantificação destas ações e das resistências a serem consideradas no projeto das estruturas de edificações, relativamente a estas ações, quaisquer que sejam sua classe e destino.

²⁴ Dentre os múltiplos tremores noticiados no município de Sobral e suas proximidades, se aponta o maior já registrado, no valor de 4.3 graus na Escala Richter no dia 21 de maio de 2008, que ocasionou o desabamento de parte da cobertura da Igreja Matriz Nossa Senhora da Saúde localizada na região. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/metro/tremor-e-o-maior-ja-registrado-em-sobral-1.51005>. Acesso em: 14 de junho de 2020. (DIÁRIO DO NORDESTE, 2008)

Deste modo, de acordo com os autores, as informações de vulnerabilidade sísmica dos edificados contribuem para a tomada de decisão em ações de preservação. Entretanto, considerando as prerrogativas da gerencia compartilhada, as diretrizes apontadas nas leis federais, estaduais e municipais, as oportunidades e recomendações encontradas no Plano de Desenvolvido Integrado da Região Metropolitana de Sobral, e as demandas dos resultados parciais do Plano Diretor Participativo, entende-se que se trata de uma decisão que envolve múltiplos agentes e critérios, e para isso, metodologias adequadas devem ser construídas para propor soluções.

3.2.3. Decisão multicritério em patrimônios edificados

Os métodos que avaliam a vulnerabilidade são confiáveis e sofisticados, e podem contribuir com informações importantes para a tomada de decisão. No entanto, sabe-se que, para problemas multicritérios, os quais frequentemente os edificados históricos são compreendidos, a avaliação da vulnerabilidade não deve ser usada como ferramenta definitiva. Isto pois existe a necessidade de se avaliar outros fatores, e mensurar a sua importância no contexto estudado. Entende-se que, só após esse procedimento, que envolve a seleção e consolidação dos critérios, é possível definir se apenas as informações de vulnerabilidade serão consideradas no problema de decisão estudado.

Ciente destas condições, Prieto et al. (2019) constroem um sistema para proteção do patrimônio cultural, atuando principalmente no cálculo dos riscos aos quais estas edificações estão sujeitas. Neste trabalho os autores propõem um modelo para o cálculo da vida útil destas construções avaliando riscos estruturais, antrópicos, e vulnerabilidades apreciando dados referentes ao plano de preservação, ao projeto de cobertura, aos sistemas construtivos, entre outros. O modelo realiza os cálculos através de um sistema de inferência *fuzzy*. Dentre as contribuições do trabalho, os autores apontam a possibilidade de avaliar os riscos das edificações históricas a partir de dados de entrada frequentemente já disponíveis. O sistema apoia os trabalhos de manutenção e o gerenciamento de operação destas edificações, e pode ser integrado ao plano de preservação.

Na pesquisa de Ruiz-Jaramillo et al. (2019) os autores constroem um modelo de tomada de decisão para edificações históricas baseado em indicadores determinados por meio de avaliações qualitativas e quantitativas. O modelo avalia os sistemas de estruturas, vedações e instalações. O resultado é um indicador global que mede o estado de severidade de um dado patrimônio, e contribui com informações de estabilidade, segurança e habitabilidade.

Já Bottero, D'alpaos e Oppio (2019) utilizam o método PROMETHEE para apoiar a implementação de projetos de reuso de edificações industriais históricas submetidos a contextos vulneráveis. Os quinze critérios adotados para a avaliação das nove alternativas podem ser classificados em três grandes grupos, sendo eles qualidade ambiental; aspectos econômicos; e infraestrutura e características arquitetônicas. Os autores traduziram a situação vulnerável destas edificações em apenas um critério, que compreende os custos com manutenção, atividade necessária para tornar os edificados conservados e seguros.

Outra pesquisa que adota uma abordagem multicritério é realizada por Ortiz e Ortiz (2016). Os autores utilizam um índice de vulnerabilidade baseado em Galán, Gonzalez e Ávila (2006) em um modelo de tomada de decisão para a abordagem de conservação preventiva de patrimônios edificados. O modelo proposto considera fatores mecânicos e estruturais, climáticos, qualidade do ar, planejamento urbano e agentes sociais e biológicos para a priorização das edificações históricas destinadas a atividades de manutenções. A ferramenta é aplicada na priorização de 30 templos religiosos na cidade de Seville-Espanha e com a consulta à oito especialistas. Este modelo tem uma abordagem semelhante à proposta neste trabalho, e algumas similaridades em relação a construção.

3.2.4 Modelo de Decisão Multicritério

O modelo de decisão multicritério é uma representação formal de um problema real enfrentado pelos tomadores de decisão, incorporando as suas preferências e os aspectos particulares da problemática à um método com uma formulação teórica baseada em uma estrutura axiomática consolidada (ALMEIDA et al., 2015). Eles são um ramo da pesquisa operacional, chamado de *Management Science* ou *Decision Science*, e mencionado algumas vezes como um subcampo da matemática (Mota, Campos e Neves, 2013).

Um dos primeiros processos de decisão é apresentado em Simon (1960) e consiste de três estágios: a inteligência; a formulação; e a escolha. O primeiro compreende em monitorar e identificar um problema de decisão, e se relaciona com a etapa de estruturação do problema apresentado em Keeney e Raiffa (1979). O foco da etapa de formulação é construir o modelo de decisão. Nesta, um número de alternativas possíveis é avaliado, e tem forte relação com o tomador de decisão e aos intervenientes do cenário. Dentre estes cita-se o especialista, que pode assumir um papel fundamental na identificação e avaliação de critérios os quais serão utilizados na avaliação das alternativas. Por fim, na etapa de escolha as alternativas são avaliadas de acordo com as propriedades do modelo, e como resultado uma

recomendação ao tomador de decisão. A forma desta recomendação depende da problemática (ROY, 1996), e pode compreender na escolha, no ranking, na caracterização ou no agrupamento destas alternativas.

Antes destas recomendações serem apresentadas, uma etapa de análise de modelo deve ser realizada para checar a sua consistência. A análise de sensibilidade pode ser conduzida de algumas formas, dentre elas a avaliação matemática analítica do modelo, ou uma avaliação numérica ao realizar modificações nos dados de entrada (ALMEIDA et al., 2015). De acordo com os autores, frequentemente esta etapa provém informações relevantes a serem incorporadas no processo de decisório.

Os métodos de decisão adotados nestes modelos podem ser classificados de acordo com suas características, dentre estas quanto suas variáveis, que podem ser contínuas ou discretas. A primeira se relaciona a casos onde as alternativas não são predeterminadas e o objetivo do problema é formular uma alternativa a um conjunto de objetivos. Assim, os métodos contínuos lidam com o processo de *design*, e o número de alternativas é infinito. Nos métodos discretos as alternativas são finitas e pré-determinadas, onde seus principais objetivos são a seleção racional, análise e a hierarquia de um número limitado de alternativas (ZAVADSKAS; TURSKIS; KILDIENĖ, 2014).

Pode-se dizer que para a problemática de manutenção em edificações a tomada de decisão é feita considerando um número limitado de alternativas pré-determinadas, sendo adequada então a aplicação dos métodos discretos (SABAEI; ERKOYUNCU; ROY, 2015). Observa-se de fato que estes métodos são os mais relatados em publicações nos problemas relacionados a preservação e conservação do patrimônio (MORKŪNAITĖ; KALIBATAS; KALIBATIENĖ, 2019).

A compensação é outra característica entre os métodos, existindo duas possibilidades: métodos compensatórios e não compensatórios. No grupo dos métodos compensatórios realiza-se um *trade-off*, que acontece diante de um menor desempenho de uma alternativa em um dado critério por meio de um melhor desempenho em outro critério (DOUMPOS; ZOPOUNIDIS, 2004). Isto é principalmente presente em métodos que utilizam operações de normalização. Os métodos compensatórios também são mais frequentes nas pesquisas que envolvem o patrimônio histórico, isto certamente devido a característica da problemática e a facilidade na sua construção.

Por fim, os métodos decisórios também são classificados diante de sua capacidade de lidar com a quantidade de decisores envolvidos no processo, podendo ser individual, ou em grupo. Para isto, normalmente uma etapa é adicionada ao modelo, a qual busca determinar a solução final para o problema através de uma função de agregação das preferências dos diferentes decisores (SABAEI; ERKOYUNCU; ROY, 2015). Processos de inferência, criação de regras condicionais, interpretações probabilísticas, ou ainda metodologias que buscam encontrar um consenso entre os decisores são outras estratégias capazes de encontrar uma solução (LU et al., 2007).

3.2.5 Métodos de Tomada de Decisão Multicritério

Paralelo a construção da teoria da decisão, diversos métodos foram criados, não apenas consolidando a disciplina, como também colaborando com o seu desenvolvimento, contribuindo com a concepção de novos paradigmas e procedimentos. Entre estes pode-se citar os métodos que assumem funções de utilidade²⁵, tendo como pioneiro a Teoria de Utilidade Multiatributo (MAUT). O objetivo deste método é construir uma função de utilidade $U(g)$, sendo g o vetor de critérios $g = (g_1, g_2, \dots, g_n)$. As funções de utilidade mais comuns são a multiplicativa e a aditiva, esta última representada como:

$$U(g) = p_1 u_1(g_1) + p_2 u_2(g_2) + \dots + p_n u_n(g_n) \quad (24)$$

Onde u_1, u_2, \dots, u_n são utilidades correspondendo as avaliações sob cada alternativa, deste modo $u_i(g_i)$ representa a utilidade da alternativa para um dado critério g_i . Já p_1, p_2, \dots, p_n são constantes que representam o *trade-off* entre os critérios, normalmente representando o peso dos critérios, onde $\sum_{i=1}^n p_i = 1$.

Outros métodos que se consolidaram na literatura buscam comparar as alternativas à um cenário ideal, sendo o pioneiro o método proposto por Hwang e Yoon (1981) denominado de *Technique for Order Preferences by Similarity to an Ideal Solution* (TOPSIS). O conceito deste método se dá na escolha da alternativa que se aproxima mais de uma solução positiva ideal, e mais distante de uma solução negativa ideal. O método parte da normalização dos elementos de uma matriz de decisão X com elementos x_{ij} , com a avaliação das alternativas i sob o cada um dos critérios j .

²⁵ Originada a partir da doutrina do utilitarismo, a função de utilidade é a transformação (modelagem) do conceito de utilidade, que faz uma ordenação a partir dos benefícios e custos apercebidos por uma pessoa, de acordo com a satisfação que estes lhe trarão.

$$r_{ij}(x) = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}}, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m. \quad (25)$$

A matriz ponderada normalizada de decisão pode ser construída a partir da operação $v_{ij} = w_j \cdot v_{ij}$, onde w_j é o peso associado a cada critério j . Se determina a solução ideal positiva A^* e a solução negativa ideal A' , considerando-se conjunto de critérios de custo J' e de benefício J :

$$\begin{aligned} A^* &= \{v_i^*, \dots, v_n^*\},; \quad v_j^* = \{\max(v_{ij}) \text{ se } j \in J, \text{ e } \min(v_{ij}) \text{ se } j \in J'\} \\ A' &= \{v_i', \dots, v_n'\},; \quad v_j' = \{\min(v_{ij}) \text{ se } j \in J, \text{ e } \max(v_{ij}) \text{ se } j \in J'\} \end{aligned} \quad (26)$$

Mede a distância das alternativas às soluções ideais positiva Si^* e negativa Si' :

$$Si^* = \left[\sum_{j=1}^m (v_j^* - v_{ij}^*)^2 \right]^{1/2} \text{ e } Si' = \left[\sum_{j=1}^m (v_j' - v_{ij}')^2 \right]^{1/2}, \quad i = 1, \dots, m \quad (27)$$

E por fim se determina a proximidade relativa para a solução ideal C_i^* .

$$C_i^* = \frac{Si'}{Si^* + Si'}, \quad 0 < C_i^* < 1 \quad (28)$$

A partir desses indicadores se constrói uma ordenação entre as alternativas de forma descendente, onde a melhor alternativa possui C_i^* mais próximo de 1.

Também na classe de métodos que abrangem a ótica de cenários ideais pode-se citar o VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR), desenvolvido por Opricovic (1998). Neste, a ordenação das alternativas, denominada de ordem de compromisso, é realizada utilizando a métrica L_p como função de agregação no Método de Programação de Compromisso elaborado por Yu (1973) e Zeleny (1982) *apud* Tzeng e Huang (2011). O método é indicado para casos onde existem critérios em situação de conflito, e ainda quando o decisor está incerto quanto aos pesos atribuídos aos critérios. Isto se torna possível pois o método pode substituir os pesos que não se encontram em um intervalo de estabilidade.

Entre os primeiros métodos que adotam a abordagem de síntese de critérios têm-se o Processo Analítico Hierárquico (AHP), proposto por Saaty (1980). Este método originalmente consiste na organização de uma estrutura hierárquica em quatro níveis. Em seguida, uma avaliação par-a-par entre os n elementos em cada nível é realizada, utilizando-se uma escala de 1 a 9. Cada um dos níveis geram uma matriz W_k $n \times n$ com coeficientes

para a comparação entre cada um dos elementos. Assumindo-se que as comparações são consistentes, pesos podem ser estimados através de uma sistema linear $W_k \cdot w_k = n \cdot w_k$. Após determinar o W_k de um nível, o próximo pode ser determinado como um problema de autovalor $\widehat{W}_k \cdot \widehat{w}_k = \lambda_{max} \cdot \widehat{w}_k$. A última etapa consiste na combinação entre os pesos em cada um dos níveis através de uma função multiplicativa (DOUMPOS; ZOPOUNIDIS, 2004).

Existe uma constante evolução de métodos de tomada de decisão, muito desta se dá através da aplicação de novas técnicas matemáticas e programação computacional. Rezaei (2015) constrói um método de avaliação par-a-par que não só apresenta resultados mais consistentes, como também demanda menos relações entre os critérios que o tradicional AHP. O método, nomeado de *Best-Worst Method* (BWM) realiza a comparação par-a-par apenas em relação ao critério considerado “melhor” e o “pior”. Em Mohammadi e Rezaei (2019) os autores ampliam o método para agregar funções de múltiplos decisores, permitindo decisões em grupo. Isto é feito através de uma interpretação probabilística do método, que adota a Teorema de Bayes e distribuições a priori e posteriori para realizar as funções de otimização do método, e para agregar os resultados dos múltiplos decisores.

O BWM também é amplamente utilizado em modelos híbridos, tomando para si normalmente a função de ponderar os critérios. Como exemplo pode-se citar a pesquisa de Ghouschi, Yousefi e Khazaeili (2019), que em um ambiente de uma organização industrial propõe um modelo que identifica e avalia as falhas por meio do método FMEA, às prioriza com o método Z-MOORA que adota critérios ponderados por meio do *Fuzzy-BWM*.

O método *Multi-objective optimization by ratio analysis* (MOORA) foi proposto por Brauers e Zavadskas (2006). Baixo consumo computacional, pouco tempo de preparação e implementação, e a não necessidade do uso de softwares são considerados aspectos interessantes do método, e também de sua ampliação com a adição da Forma-Multiplicativa Total (*Full Multiplicative Form*), nomeando este novo método de MULTIMOORA, apresentado em Brauers e Zavadskas (2010).

Este método com sua forma multiplicativa tem como produto a construção de três *rankings*, resultados da implementação de técnicas distintas. A primeira refere-se à um sistema de taxas (*Ratio-System*), o segundo à distância da avaliação das alternativas à um ponto de referência utópico (*Reference Point*), e por último a função de utilidade multiplicativa. A ordem hierárquica final é construída a partir de um conjunto de relações de dominâncias ordinais que seguem premissas bem construídas. Os autores apontam ser um dos métodos

mais robustos disponíveis na literatura, e fazem uma análise cuidadosa do modelo para fundamentar esta afirmação em Brauers e Zavadskas (2012, 2009).

Reconhecendo estes aspectos, o método tem ampla aceitação científica, resultando em múltiplas aplicações referidas em publicações, bem como a implementação de novas capacidades. Em Brauers e Zavadskas (2011) os autores apresentam o formato para decisões em grupo, e em Balezentis, Balezentis e Brauers (2012) modificam o método permitindo a adoção de números *fuzzy* para lidar com a incerteza inerente dos processos decisórios.

3.2.6 A Lógica Fuzzy em problemas de decisão multicritério

É comum problemas de decisão terem que lidar com fatores intangíveis, muitas vezes subjetivos, dentre eles alguns adotam estratégias como escalas verbais vinculadas a intervalos com a intenção de traduzir a incerteza e as múltiplas avaliações dos agentes. A aplicação dos MCDM aos problemas do mundo real lida frequentemente com conhecimento das avaliações de especialistas, como consequência da modelagem de problemas reais de decisão (ZAVADSKAS et al., 2017). A informação neste contexto pode ser categorizada como *crisp* quando há dados precisos, ou como *fuzzy*, quando a informação é incompleta ou vaga (KLIR; YUAN, 1995). Para tratar esta última, são observados frequentes incrementos nos MCDM para torná-los sensíveis ao conhecimento humano, e às incertezas (DHANISSETTY; VERHAGEN; CURRAN, 2018).

A qualidade da informação disponível em contextos complexos com forte interação humana, e que considera aspectos subjetivos, é usualmente vaga e incerta, típico dos cenários que envolve a manutenção predial (SHAFIEE, 2015; TAROUN; YANG; LOWE, 2011). Neste aspecto, muito frequentemente os métodos de tomada de decisão consideram a subjetividade, de modo que o problema seja tratado adequadamente. Para isto, os métodos costumam utilizar a lógica *fuzzy*.

Zadeh (1965) é o autor responsável por introduzir a lógica *fuzzy* e a Teoria do Conjunto Difusos (*fuzzy sets*), que permitem a transcrição apropriada da informação incerta e do conhecimento em variáveis matemáticas. Bellman e Zadeh (1970) realizaram a primeira abordagem em tomada de decisão adotando a lógica *fuzzy*, os autores apresentaram os objetivos e restrições como funções *fuzzy*, e a escolha da solução foi àquela alternativa que atingia uma a função pertinência máxima entre os conjuntos definidos. Para Mardani, Jusoh e Zavadskas (2015) os métodos de conjuntos difusos são usados geralmente nos problemas de decisão por duas razões:

- Para formalizar a ponderação baseada em linguagem de decisores para uma quantificação aproximada;
- Para agregar múltiplos pesos individuais de decisores em um único peso em grupo.

Ambas as razões têm relevância para as decisões multicritério na manutenção. Em alguns casos, a informação quantificada não está disponível para determinar o peso de critérios, nesta circunstância a lógica difusa pode ser usada para permitir uma abordagem quantitativa com uma representação qualitativa (AL-NAJJAR; ALSYOUF, 2003). Os métodos MCDM que neste âmbito modelam a informação incerta utilizando a Teoria dos Conjuntos Difusos são classificados como FMCDM (*Fuzzy Multi-Criteria Decision Making*).

Os conjuntos *fuzzy* são funções que expressam a característica vaga da informação, e traduzem as características dos dados coletados em termos matemáticos resultando em funções que podem tomar várias formas. Alguns exemplos são funções gaussianas e betas, mas usualmente se adotam funções trapezoidais e triangulares (CARPITELLA et al., 2018; IDRUS; FADHIL NURUDDIN; ROHMAN, 2011) por critério de simplicidade, ao facilitar e reduzir a quantidade de operações matemáticas. Um conjunto *fuzzy* \tilde{A} é definido como:

$$\tilde{A} = \{x, \mu_A(x)\}, \quad x \in X \quad (29)$$

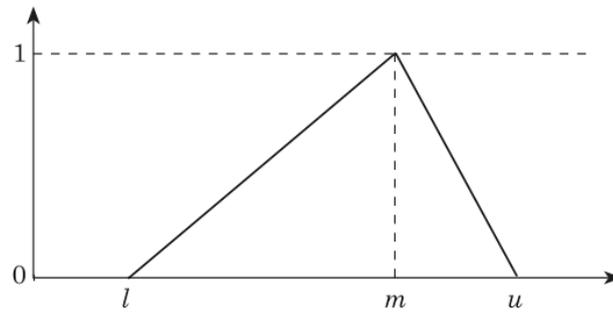
Onde $\mu_A(x): X \rightarrow [0,1]$ é um membro da função de \tilde{A} e $\mu_A(x)$ é o grau de pertinência de x em \tilde{A} . Se $\mu_A(x)$ assume valor 0, então x não pertence ao conjunto *fuzzy* \tilde{A} , e quando é igual à 1 então x pertence completamente ao conjunto *fuzzy* \tilde{A} , já quando assumir valores entre 0 e 1 então x pertence parcialmente ao conjunto *fuzzy* \tilde{A} (KLIR; YUAN, 1995).

Entende-se como número *fuzzy* um conjunto *fuzzy* na qual a função de pertinência satisfaz a condição de normalidade e de convexidade (ZADEH, 1965). Um número *fuzzy* \tilde{A} no conjunto de números reais \mathbb{R} é um número difuso triangular (NFT), se a função de pertinência $\mu_{\tilde{A}}(x)$:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l}, & \text{se } l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}, & \text{se } m \leq x \leq u, \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Onde: $-\infty < l \leq m \leq u < +\infty$ pode ser expresso por (l, m, u) .

Figura 9 – Conjunto *fuzzy* triangular



Fonte: autor

Os conjuntos *fuzzy* tem propriedades distintas e devem atender à um conjunto de relações bem definidos²⁶. Os problemas matemáticos que assumem números *fuzzy* também realizam operações algébricas particulares, descritas por Zadeh (1965) e Klir e Yuan (1995). Deste modo, dado um número real K e dois números *fuzzy* triangulares $\tilde{A} = (a, b, c)$ e $\tilde{B} = (d, e, f)$, as principais operações algébricas ilustradas para esses conjuntos compreendem:

1. Adição \oplus

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (a, b, c) \oplus (d, e, f) = (a + d, b + e, c + f) \quad (30)$$

2. Subtração \ominus

$$\tilde{A} \ominus \tilde{B} = (a, b, c) \ominus (d, e, f) = (a - d, b - e, c - f) \quad (31)$$

3. Multiplicação \otimes

$$\tilde{A} \otimes \tilde{B} = (a, b, c) \otimes (d, e, f) = (a \times d, b \times e, c \times f) \quad (32)$$

4. Divisão \oslash

$$\tilde{A} \oslash \tilde{B} = (a, b, c) \oslash (d, e, f) = (a/d, b/e, c/f) \quad (33)$$

5. Multiplicação por um número real

$$K \otimes \tilde{A} = (K \times a, K \times b, K \times c) \quad (34)$$

6. Divisão por um número real

$$\tilde{A} \oslash K = (a/K, b/K, c/K) \quad (35)$$

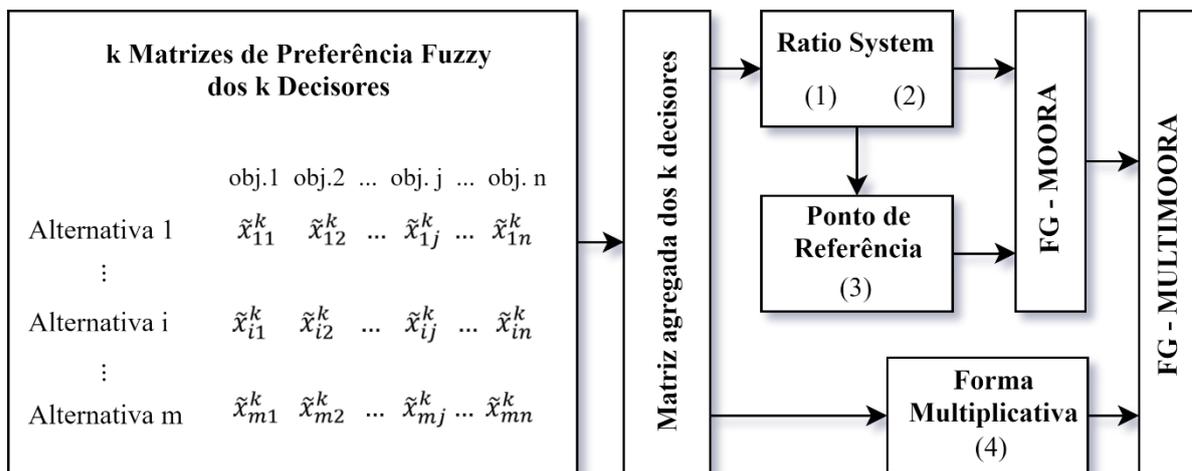
²⁶ As múltiplas definições que descrevem os fundamentos dos conjuntos *fuzzy* e que descrevem e regulam as propriedades, condições e relações *fuzzy* são descritas sucintamente em Klir e Yuan (1995). Elas não serão discutidas nesta pesquisa por não serem essenciais para o desenvolvimento da metodologia.

A teoria dos conjuntos *fuzzy* obteve uma grande aceitação em vários campos de estudos, e de forma muito expressiva na tomada de decisão. Com o reconhecimento de sua contribuição, fundamentando-se nesta teoria muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas buscando novas formas de lidar com a subjetividade de determinados problemas. Assim, pode-se observar teorias onde os conjuntos clássicos que incluem conjuntos *fuzzy* com valores de intervalo, conjuntos *fuzzy* intuicionista, conjuntos *fuzzy* intuicionistas com valor de intervalo, conjuntos *fuzzy* tipo 2, conjuntos *fuzzy* tipo 2 com valor de intervalo entre outros (CALACHE, 2018).

3.2.7 Método *Fuzzy-Group Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis Plus Full Multiplicative Form*

Proposto por Balezentis, Balezentis e Brauers (2012), similar a diversos outros métodos de tomada de decisão encontrados na literatura, este método tem como entrada uma matriz de preferências, que são as respostas dos decisores às alternativas avaliadas sob cada um dos critérios elencados. Para isto, os decisores avaliam as alternativas de forma qualitativa ou quantitativa em cada um dos critérios considerados. Nesta pesquisa, as alternativas são avaliadas através de funções linguísticas representadas em conjuntos *fuzzys* triangulares. A Figura 10 apresenta o diagrama de funcionamento do método FG-MULTIMOORA.

Figura 10 – Diagrama do método FG-MULTIMOORA



Fonte: Autor

A primeira saída do método é produzida através da normalização dos números *fuzzy* para o Sistema de Taxas (*Ratio System*). Observando o organograma da Figura 10, nesta saída se realiza a operação de normalização da taxa (1), e a otimização (2) de acordo com a função do critério, que pode ser de maximização ou minimização. A saída é transformada em

números *crisp*, representando o melhor desempenho não-*fuzzy*. A próxima saída é o coeficiente do ponto de referência utópico (3), enquanto a última saída é a forma multiplicativa (4), que representa a utilidade das alternativas. A discussão entre os três resultados corrobora com a análise de sensibilidade, e nutre um debate entre os decisores sobre o resultado final. A ordem do método é efeito do julgamento considerando as regras de dominância apresentadas em Brauers e Zavadskas (2011).

Operações

O *Fuzzy Group MULTIMOORA* parte da construção das matrizes de decisão representadas por $\tilde{X}^k = \tilde{x}_{ij}^k = (x_{ij1}^k, x_{ij2}^k, x_{ij3}^k)$, onde \tilde{x}_{ij}^k é a *i*ésima alternativa do *j*ésimo objetivo, ou critério, avaliado pelo *k*ésimo decisor, onde $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, K$). Nota-se que essas variáveis podem representar tanto análises quantitativas quanto qualitativas das alternativas. O método tem capacidade para lidar com múltiplos decisores, e realiza a agregação de suas preferências utilizando o operador de média ponderada *fuzzy* (FWA) ²⁷ proposto por Xu e Da (2003):

$$\tilde{x}_{ij} = \sum_{k=1}^K \tilde{w}_k \tilde{x}_{ij}^k / \sum_{k=1}^K \tilde{w}_k, \quad (36)$$

Deste modo se permite a adoção de pesos também aos decisores, que podem traduzir sua relevância na decisão. Na equação (36) \tilde{w}_k é o coeficiente de significância para o *k*ésimo tomador de decisão. Quando o comitê de decisores é homogêneo no âmbito de sua importância para a decisão, os coeficientes serão iguais à $1/K$. Assim, a matriz de preferências \tilde{X} terá seus elementos $\tilde{x}_{ij} = (x_{ij1}, x_{ij2}, x_{ij3})$ já com os pesos dos decisores agregados antes de realizar a ponderação dos critérios previamente calculados.

Ao final, para a comparação e ordenação das alternativas é realizada a transformação dos números *fuzzy* em números *crisp*. Existem quatro métodos de defuzzificação mais comumente aplicados, são eles: (i) o método do centro de área; (ii) o método das médias dos máximos; (iii) o método $\alpha - cut$; e (iv) método da distância orientada (YAO; WU, 2000 *apud* BALEŽENTIS; BALEŽENTIS; BRAUERS, 2012). Neste método o

²⁷ Balezentis, Balezentis e Brauers (2014) apresentam a possibilidade de utilizar outros métodos de agregação mais sofisticados, e exemplifica com o operador OWA (YAGER, 1988) e suas extensões (MERIGO; CASANOVAS, 2011).

centro de área é utilizado, resultando no número não *fuzzy* com melhor desempenho (*Best Non-Fuzzy Performance* – BNP).

$$BNP_{\bar{A}} = \frac{(c - a) + (b - a)}{3} + a \quad (37)$$

Sistema de Taxas Fuzzy

O Sistema de Taxas (*Ratio-System*) realiza a avaliação de cada resposta de uma alternativa sobre um critério representativo para as alternativas naquele critério, comparando-o com seu denominador. Para esse denominador, a raiz quadrada da soma dos quadrados de toda alternativa por critério é escolhida (VAN DELFT, A.; NIJKAMP, 1977 *apud* BRAUERS; ZAVADSKAS, 2012) onde ${}_N x$ representa o coeficiente x normalizado.

$${}_N x_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}} \quad (38)$$

Ao adotar a lógica *fuzzy* o Sistema de Taxas (*Fuzzy Ratio System*) define a normalização interna dos números *fuzzy* \tilde{x}_{ij}^* resultando na matriz sem dimensões, que é composta por operações em números *fuzzy*.

$$\tilde{x}_{ij}^* = (x_{ij1}^*, x_{ij2}^*, x_{ij3}^*)$$

$$\tilde{x}_{ij}^* = \begin{cases} x_{ij1}^* = x_{ij1} / \sqrt{\sum_{i=1}^m [(x_{ij1})^2 + (x_{ij2})^2 + (x_{ij3})^2]} \\ x_{ij2}^* = x_{ij2} / \sqrt{\sum_{i=1}^m [(x_{ij1})^2 + (x_{ij2})^2 + (x_{ij3})^2]} \\ x_{ij3}^* = x_{ij3} / \sqrt{\sum_{i=1}^m [(x_{ij1})^2 + (x_{ij2})^2 + (x_{ij3})^2]} \end{cases} \quad \forall i, j. \quad (39)$$

Onde \tilde{x}_{ij} é a resposta para alternativa i do objetivo j , onde $i = 1, 2, \dots, m$; sendo m o número de alternativas, e $j = 1, 2, \dots, n$; sendo n o número de critérios. Enquanto \tilde{x}_{ij}^* é número sem dimensões representando a resposta da alternativa i ao critério j ; estas respostas normalizadas das alternativas aos critérios pertencem ao intervalo $[0,1]$.

Para otimização, a soma das taxas \tilde{y}_i^* para cada *iésima* alternativa é realizada, onde para maximização são somadas, e para minimização são subtraídas (40). Nesta equação $j = 1, 2, \dots, g$; sendo g o número de critérios a serem maximizados, e $j = g + 1, g +$

$2, \dots, n$; sendo $n - g$ o número de critérios a serem minimizados.

$$\tilde{y}_i^* = \sum_{j=1}^g \tilde{x}_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n \tilde{x}_{ij}^* \quad (40)$$

Então cada taxa $\tilde{y}_i^* = (y_{i1}^*, y_{i2}^*, \dots, y_{in}^*)$ é defuzzificada aplicando o operador BNP e ordenada.

Ponto de Referência Utópico Fuzzy

O ponto de referência *fuzzy* (*Fuzzy Reference Point*) parte das taxas *fuzzy* encontradas na equação (39), e utilizando o Ponto de Referência de Objetivo Utópico \tilde{r} , a ser definido. Para isto, a teoria do ponto de referência escolhe para maximização àquele ponto com a coordenada mais alta para tal objetivo para todas as alternativas disponíveis, enquanto que para minimização a menor coordenada é escolhida. Dado um número sem dimensões representando a resposta não normalizada da alternativa i e ao objetivo j :

$$(\tilde{r}_j - \tilde{x}_{ij}^*) \quad (41)$$

Para medir a distância entre as alternativas e o ponto de referência a métrica Min-Max de Tchebycheff é utilizada (KARLIN; STUDDEN, 1966 *apud* BALEŽENTIS; BALEŽENTIS; BRAUERS, 2012)

$$\min_i (\max_j d(\tilde{r}_j, \tilde{x}_{ij}^*)) \quad (42)$$

Onde $j = 1, 2, \dots, n$ são os critérios, $i = 1, 2, \dots, m$ são as alternativas, $r_j =$ *jésima* coordenada do máximo ponto de referência para um objetivo, onde cada coordenada do ponto de referência é escolhida em função da alternativa avaliada, e \tilde{x}_{ij}^* é a resposta para alternativa i do objetivo j . Por fim se ordena as alternativas de forma ascendente.

Forma Multiplicativa Total Fuzzy

Na forma multiplicativa total *fuzzy* (*Fuzzy Full Multiplicative Form*) a utilidade da *iésima* alternativa pode ser calculada como um número sem dimensão como na equação:

$$\tilde{U}_i = \prod_{j=1}^n \tilde{x}_{ij} \quad (43)$$

Onde \tilde{U}_i representa o produto dos critérios para a *iésima* alternativa a ser maximizada com $i = 1, 2, \dots, m$, onde \tilde{x}_{ij} é a resposta para alternativa i ao critério j . Entretanto existem critérios a serem maximizados e minimizados. Assim se soluciona essa

questão transferindo os critérios a serem minimizados ao denominador da equação.

$$\tilde{U}'_i = \frac{\tilde{A}_i}{\tilde{B}_i} \quad (44)$$

$$\tilde{A}_i = (A_{i1}, A_{i2}, A_{i3}) = \prod_{j=1}^g \tilde{x}_{ij} \text{ e } \tilde{B}_i = (B_{i1}, B_{i2}, B_{i3}) = \prod_{j=g+1}^n \tilde{x}_{ij}$$

Se tratando de uma operação *fuzzy*, as operações de multiplicação devem ser realizadas como no produto de números *fuzzy* (32). Já que a utilidade global \tilde{U}'_i é um número *fuzzy*, é utilizada a função BNP para a transformação em número *crisp*, e por fim realizar a ordenação hierárquica das alternativas.

Uma discussão mais aprofundada sobre a Forma Multiplicativa Total pode ser encontrada em Brauers e Zavadskas (2012), que conclui a sua integração ao método MOORA como uma contribuição essencial para a construção de um dos métodos mais robustos disponíveis na literatura.

Construção da Ordem Hierárquica

Para a determinação de uma escala ordinal, resultado da avaliação dos três métodos, são construídos três axiomas:

1. A dedução de uma escala ordinal a partir de dados cardinais é sempre possível.
2. Uma escala ordinal nunca pode produzir uma série de números cardinais
3. Uma escala ordinal na forma de uma ordem pode ser traduzida em outra escala ordinal de outro tipo.

Isto pois a ordem final se baseia apenas nas relações das ordens das três abordagens, onde assume-se terem a mesma importância. Para a produção da ordem final se avalia cada uma das alternativas entre os três métodos sob as situações, nomeadas: estado de dominância²⁸ e dominado, transitividade e equidade.

O estado de dominância, compreendem a:

- Dominância absoluta, onde uma das alternativas está dominando todas as outras alternativas. Deste modo esta alternativa resulta em assumir a primeira posição em todos os métodos. E.g. $(a - a - a)$.

²⁸ O termo “superioridade” também é extensivamente usado obtendo o mesmo significado na disciplina de tomada de decisão.

- Dominância regular²⁹, que acontece quando existe a dominância de uma alternativa em dois ou três métodos, onde em um conjunto de alternativas $M = (a, b, c, d)$ as regras de dominância entre as alternativas resultam em $a < b < c < d$ para:
 - $(d - a - a)$ que domina regularmente $(c - b - b)$
 - $(a - d - a)$ que domina regularmente $(b - c - b)$
 - $(a - a - d)$ que domina regularmente $(b - b - c)$
- Dominância completa³⁰ de uma alternativa sobre outra é aquela que, em uma circunstância $(a - a - a)$ está de forma geral dominando $(b - b - b)$, que está de forma geral sendo dominado por $(a - a - a)$.

Quanto ao estado de transitividade se entende que, se $a > b$ (a domina b), e $b > c$ (b domina c), logo também $a > c$ (a domina c). Enquanto que para o estado de equidade entende-se equidade absoluta aquela onde duas alternativas assumem a mesma posição $(e - e - e)$, e possível quando os resultados cardinais são idênticos ou dentro de um limiar de tolerância adotado, e; equidade parcial quando duas ou mais alternativas assumem uma posição igual em algum dos métodos, como $(5 - e - 7)$ e $(6 - e - 3)$.

Ainda uma situação pode interferir na construção de uma ordem entre as alternativas. Esta situação é nomeada de Raciocínio Circular, e é exemplificada como:

Uma alternativa A $(11 - 20 - 14)$ que domina regularmente uma alternativa B $(14 - 16 - 15)$;

A alternativa B $(14 - 16 - 15)$ que domina regularmente uma alternativa C $(15 - 19 - 12)$;

E a alternativa C $(15 - 19 - 12)$ que domina regularmente a alternativa A $(11 - 20 - 14)$;

Neste caso, o método assume a mesma posição para as três alternativas.

²⁹ Em Brauers e Zavadskas (2011) adota-se o termo *General Dominance*, o qual foi traduzido entendendo que o termo *general* assume o significado de compreensiva ou calculada na língua portuguesa. Se optou adotar como um dos sinônimos para a tradução o termo regular, seguindo a definição de “conforme regras”.

³⁰ Em Brauers e Zavadskas (2011) se utiliza o termo *Overall Dominance*, que pode ser entendida como uma superação completa, a qual foi traduzida como dominância completa.

3.3 METODOLOGIA

A metodologia nesta pesquisa tem como objetivo a construção e aplicação de um modelo para a priorização da manutenção como abordagem de conservação preventiva de patrimônios históricos, e segue algumas fases apresentadas na Figura 11. A primeira fase é realizada a estruturação do problema, na qual consiste na identificação da problemática e suas características, na proposta fundamentada de uma solução e das informações necessárias para a sua implementação. A Fase A compreende a parte introdutória desta pesquisa, apresentada na composição de sua justificativa e na elaboração dos seus objetivos, bem como na investigação acerca do tema e dos tópicos que o envolvem, presentes na revisão teórica encontrada no corpo deste trabalho. Esta revisão compreende também a pesquisa de documentos que incluem relatórios de tombamento, leis e portarias, cartas patrimoniais, artigos e revistas revisados por pares, em literatura cinza através de sistemas de busca, entre outros. A pesquisa empírica também está presente nesta fase, em que para a coleta destes dados houve a participação do pesquisador em rodas de conversa com representantes do tema que compreende as aplicações realizadas neste trabalho. Além da caracterização do problema, esta fase é responsável pela identificação e compreensão dos múltiplos critérios e atores envolvidos com o processo decisório.

Figura 11 – Fases da metodologia



Fonte: autor

A fase B e C são o cerne operacional do modelo, onde são encontrados os métodos de tomada de decisão e as ferramentas necessárias para sua aplicação. Em ambas as fases se realiza a educação do conhecimento para fornecer dados de entrada. Esta estratégia foi preferida pela inexistência de informações formalizadas em todos os critérios a serem propostos, e pelo acesso a profissionais com disponibilidade e capacidade para contribuir na construção do modelo. Adicionalmente, o modelo utiliza informações qualitativas e quantitativas provenientes da pesquisa de Mota, Gadelha e Mesquita (2017). A análise de sensibilidade é uma fase essencial para verificar o comportamento do modelo de decisão. Esta é realizada após a aplicação de cada um dos métodos. O organograma detalhado para as quatro primeiras fases é apresentado na Figura 12.

basear exclusivamente na disponibilidade de informações, mas sim buscando representar o problema adequadamente, e contribuir em uma construção lógica e compreensiva. Diferentemente de alguns exemplos na literatura, principalmente os que adotam sistemas de informações geográficos, que muito frequentemente consideram um grande número de critérios, o modelo deste trabalho se limita a variáveis significativas, buscando clareza e objetividade.

A fase B tem como resultado a ponderação dos critérios, a qual será realizada partindo da educação do conhecimento dos especialistas utilizando o instrumento de coleta apresentado no APÊNDICE L. As informações coletadas são dados de entrada para o método multicritério nomeado *Bayesian Best-Worst* (BBW) na etapa 4, o qual realiza o cálculo e agregação dos pesos. Os resultados também são considerados para a consolidação dos critérios selecionados. A seleção dos critérios e o funcionamento do método são apresentados na seção 2.2.5 desta dissertação. As operações do método *Bayesian Best-Worst* para a ponderação e agregação dos pesos são realizadas no *software* Matlab (2018), com a utilização do *solver* fornecida pelos autores via e-mail e disponíveis em *Best-Worst* (2019).

A fase C tem como resultado a hierarquização das alternativas. A etapa 6 compreende a definição destas alternativas, as quais devem ser capazes de representar o problema adequadamente, para isto a seleção deve se embasar em uma justificativa teórica ou estatística. Na etapa 7 é realizada a construção da matriz de preferências. Esta etapa consiste inicialmente na coleta dos dados da análise de risco estrutural, e em sua transformação em variáveis *fuzzy*, considerando a incerteza na construção dos indicadores de vulnerabilidade, um dos critérios considerados nesta pesquisa.

Paralelamente os decisores apresentam suas preferências através de funções *fuzzy* triangulares, previamente construídas buscando abranger as incertezas no processo de decisão. A agregação destas preferências constrói a matriz de decisão às alternativas. Essa matriz, ponderada pelos pesos dos critérios, e submetidas a um método de decisão nomeado *Fuzzy-Group MULTIMOORA*, tem como resultado a hierarquização das alternativas. As operações deste método são apresentadas na seção 3.2.7. Para a execução do método foi utilizado a linguagem R usando o *software* RStudio (2020) e o *solver* elaborado por Ceballos (2016). O instrumento de coleta para este método pode ser visualizado no APÊNDICE M.

3.3.1 Caso

O município de Sobral, com 2.122,989 km², encontrado a 69 m do nível do mar e distante cerca de 250 km de Fortaleza, situa-se na mesorregião Noroeste e na microrregião Sobral. A cidade teve seu centro histórico tombado em 1999, sendo protegido em nível Federal pelo Decreto-Lei nº 25 de 1937 (BRASIL, 1937). Os elementos que ambientam o conjunto urbanístico de Sobral estão contidos na poligonal que delimita o seu entorno, inclusos nesta área marcos visuais importantes em múltiplas disciplinas e para a comunidade.

Para o IPHAN (1998a), o que norteou a proteção do núcleo histórico de Sobral foi a oportunidade e necessidade de reconhecê-lo e preservá-lo como um dos mais importantes documentos do urbanismo colonial nesta região, e da história do desbravamento e da ocupação do sertão nordestino. Ainda, mais do que um monumento arquitetônico e urbanístico de valor artístico excepcional, as áreas urbanas contêm em seu espaço uma alta concentração de informações históricas relevantes para diversas áreas do conhecimento humano.

Com esses atributos, Sobral constitui um interessante estudo de caso para a discussão da contribuição dos processos preservacionistas ao desenvolvimento socioeconômico e humano, num momento em que se dispõe de novos mecanismos de controle e desenvolvimento urbano, bem como de possibilidades inéditas de cooperação entre os governos municipal, estadual e federal (DUARTE, 2012, p.214). Nesta perspectiva, a cidade de Sobral foi escolhida para ambientar a aplicação de um modelo de decisão multidisciplinar, que busca a adequada conservação dos bens reconhecidamente importantes para a história e cultura da cidade e região.

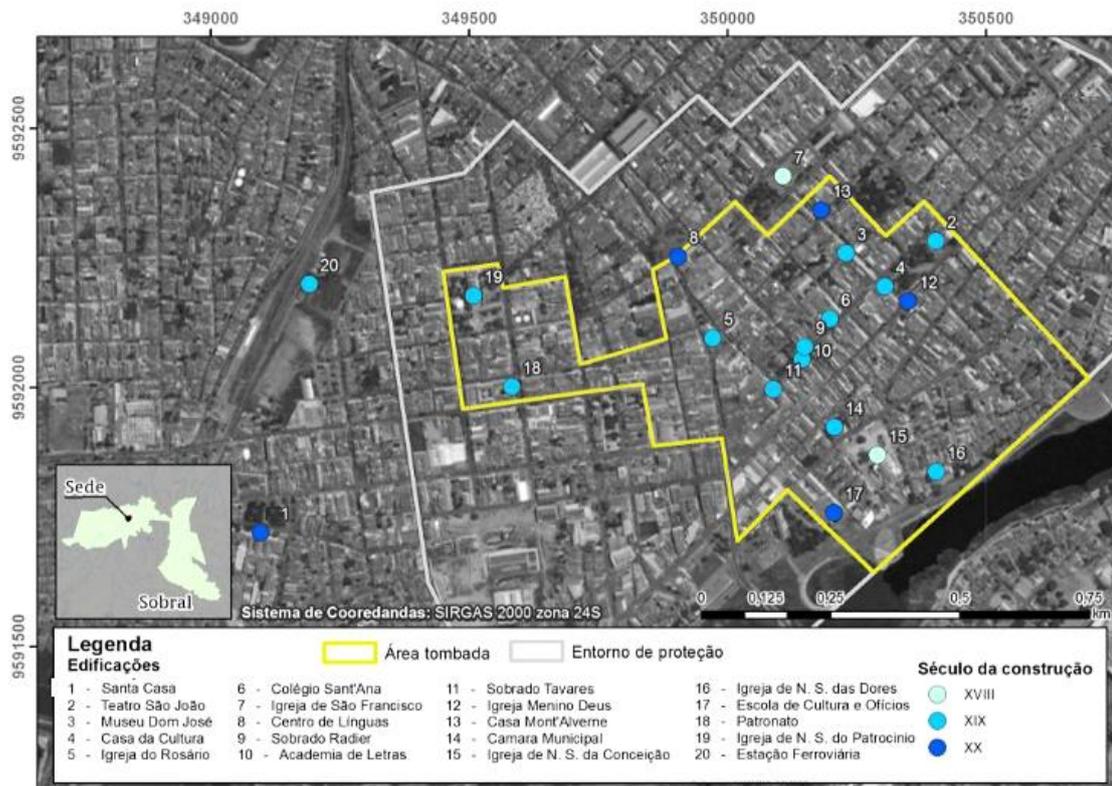
3.3.2 Alternativas

O conjunto histórico da cidade de Sobral é composto por cerca de 1.200 imóveis na sua área de proteção rigorosa. Dentre as edificações localizadas na área de tombamento, destacam-se vinte apresentadas e identificadas na Figura 13 e que serão adotadas como alternativas para a hierarquização de atividades de manutenção.

Construídas nos séculos XVIII, XIX e XX, estas edificações são marcos na paisagem urbana da cidade. Nesta amostra, se identifica quanto a função ou uso que recebem: seis igrejas; três residências; quatro equipamentos culturais e educativos; dois equipamentos educacionais públicos e dois particulares; um equipamento administrativo; um hospital e uma estação ferroviária em processo de reabilitação para se tornar equipamento público e cultural.

Estas mesmas edificações participaram do estudo de Mota, Gadelha e Mesquita (2017) na análise de vulnerabilidade estrutural, nos quais estes dados serão usados na hierarquização das alternativas sob este critério. A exceção fora da área de entorno do tombamento são a Santa Casa da Misericórdia (1) e a Estação Ferroviária (20), entretanto são mencionadas como importantes referências arquitetônicas e históricas da cidade no estudo do IPHAN (1999, p.129) e também sugeridos de tombamento estadual por Duarte (2012).

Figura 13 – Alternativas Edificações

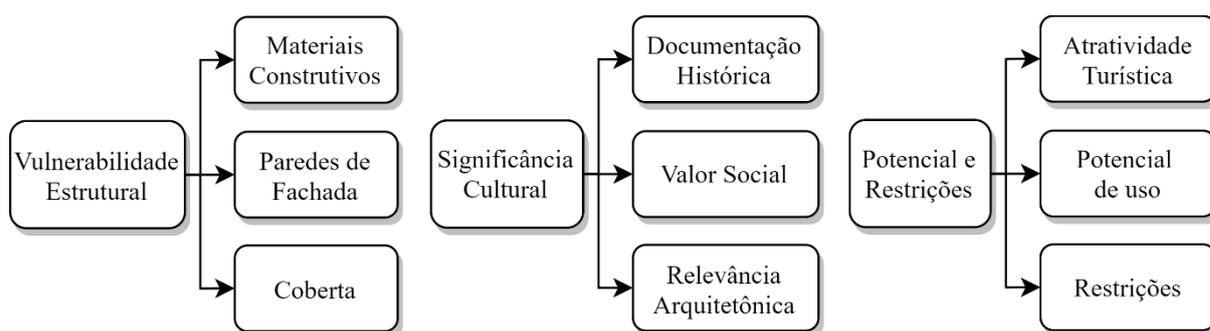


Fonte: Olimpio, Ribeiro e Mesquita (2020)

3.3.3 Critérios

Os critérios selecionados para representar a manutenção como intervenção na abordagem de conservação dos patrimônios no conjunto tombado de Sobral foram aqueles encontrados no Capítulo 2. Dando continuidade à pesquisa, as alternativas serão avaliadas no âmbito destes doze critérios, onde nove são subcritérios dos outros três, como apresentado na Figura 14. Como ilustrado no organograma do modelo na Figura 12, o método FG-MULTIMOORA recebe como um dos dados de entrada os pesos agregados dos múltiplos especialistas.

Figura 14 – Critérios para conservação dos patrimônios no conjunto histórico de Sobral



Fonte: Autor

Estes pesos são referentes aos critérios e seus respectivos subcritérios. O método permite construir uma matriz de preferências/decisão avaliando as alternativas. Em decorrência do método que calcula a vulnerabilidade estrutural dos edifícios considerados em Mota, Gadelha e Mesquita (2017) baseado em Vicente (2008) não apresentar os itens igualmente divididos que compreendem os subcritérios a serem citados em seções subsequentes deste trabalho, se optou por agregar os subcritérios da vulnerabilidade estrutural, e avaliá-los com os subcritérios representativos para a conservação dos patrimônios edificados em Sobral-CE.

3.3.4 Funções Fuzzy para dados de Vulnerabilidade

Por se tratar de um modelo que aprecia a incerteza, serão calculados os valores de vulnerabilidade em forma de funções *fuzzy* a partir de um banco de dados *crisp* com informações da vulnerabilidade estrutural devido sismicidade das alternativas consideradas. Convenientemente as informações de vulnerabilidade apresentam um indicador de incerteza, nomeado de Grau de Confiança (GC). A partir deste elaborou-se a construção de uma função para transformar estes valores em números *fuzzy* triangulares, conforme Quadro 7.

Quadro 7 – Grau de confiança na informação e função intervalo para transformação

	Grau de Confiança	Informação adotada	Intervalo <i>fuzzy</i>
E	Informação de elevada qualidade	Observada diretamente in situ com apoio de registros.	± 5%
M	Informação de média qualidade	Fiável, através da visualização de fotografias e informação de situações análogas	±10%
B	Informação de qualidade baixa	Baseada em suposição, com grau de certeza baixo, por vezes de escolha casual	± 20%
A	Ausência de informação	Escolha aleatória, arbitrando valor indicativo para parâmetro	± 40%

Fonte: Autor

Os valores da incerteza convertidos em porcentagens foram adotados com aproximação aos intervalos relativos a acurácia usada na estimativa no planejamento e orçamento de projetos de engenharia, seguindo manual da Associação Americana de Engenharia de Custos (AACE). Essas informações podem ser consultadas no Quadro 8. A partir deste e com a correlação ao nível de informação disponível, se adotou um intervalo para o grau de confiança **A** compreendido na Classe 5; ao grau **B** na Classe 4; ao grau **M** na Classe 2 e 3; e ao grau **E** na Classe 1.

Quadro 8 – Sistema de classificação de estimativas de custo

Classe de estimativa	Informações máximas disponíveis sobre o projeto	Acurácia Esperada em %
Classe 5	2%	Inferior: -20% à -50% Superior: +30% à +100%
Classe 4	15%	Inferior: -15% à -30% Superior: +20% à +50%
Classe 3	40%	Inferior: -10% à -20% Superior: +10% à +30%
Classe 2	70%	Inferior: -5% à -15% Superior: +5% à +20%
Classe 1	100%	Inferior: -3% à -10% Superior: +3% à +15%

Fonte: adaptado de AACE (2005).

Obedecendo as operações que atendem teoria dos conjuntos difusos de Zadeh (1965) quanto a Equação (30), que compreende a soma de números *fuzzy* triangulares, o índice de vulnerabilidade de uma determinada alternativa é dado pela soma entre os extremos do número *fuzzy* onde a pertinência é zero, e a soma de seu valor onde a pertinência é máxima. O Quadro 9 apresenta a operação para a determinação do índice da alternativa 3.

Quadro 9 – Transformação fuzzy para índice de vulnerabilidade do Museu Dom José

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	GC	INC.	$C_i \times P_i$	a_1	a_3
P1 - Geometria da fachada	E	5%	10	9,50	10,50
P2 - Esbelteza máxima	E	5%	25	23,75	26,25
P3 - Área das aberturas	E	5%	0	0,00	0,00
P4 - Desalinhamento de aberturas	E	5%	0	0,00	0,00
P5 - Qualidade dos materiais	M	10%	0	0,00	0,00
P6 - Estado de conservação	E	5%	3,75	3,56	3,94
P7 - Eficiência da ligação às paredes ortogonais	E	5%	2,5	2,38	2,63
P8 - Ligação aos diafragmas horizontais e coberturas	M	10%	2,5	2,25	2,75
P9 - Impulsos da cobertura	M	10%	2,5	2,25	2,75
P10 - Elementos não-estruturais	E	5%	2,5	2,38	2,63
Índice de Vulnerabilidade Fuzzy		$\Sigma i/n$	Σa_2	Σa_1	Σa_3
		7%	48,75	46,06	51,44

Fonte: Autor

O resultado do produto de C_i e P_i é a variável a_2 do conjunto *fuzzy*, a qual atinge pertinência máxima. A somatória dos conjuntos *fuzzy* de cada um dos parâmetros para uma dada alternativa resulta no índice de vulnerabilidade *fuzzy* para àquela alternativa. Os cálculos do índice podem ser observados integralmente no APÊNDICE B. Os conjuntos *fuzzy* adotados no questionário dos critérios de significância cultural e potencial e restrições são ilustrados no Quadro 10, que apresenta as características dos conjuntos e seus valores a_1, a_2 e a_3

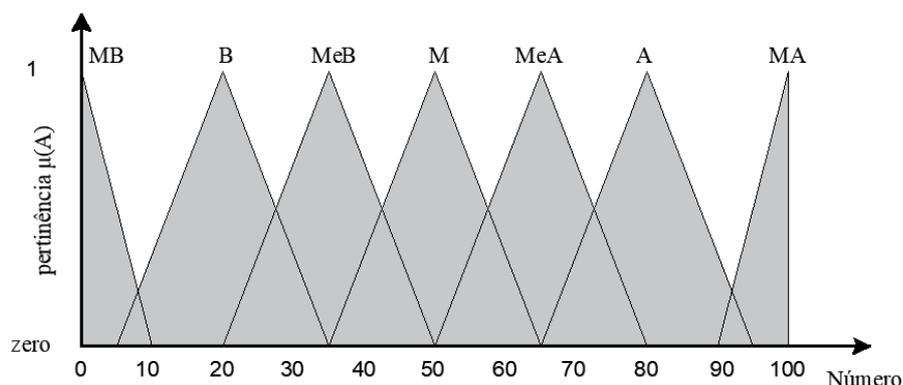
Quadro 10 – Funções fuzzy em conjuntos difusos

Número Difuso	Variável Linguística	Cód.	Função	Função de Pertinência
$\tilde{0}$	Muito Baixa	MB	Triangular	(0,0,10)
$\tilde{20}$	Baixa	B	Triangular	(5,20,35)
$\tilde{35}$	Mediamente Baixa	MeB	Triangular	(20,35,50)
$\tilde{50}$	Média	M	Triangular	(35,50,65)
$\tilde{65}$	Mediamente Alta	MeA	Triangular	(50,65,80)
$\tilde{80}$	Alta	A	Triangular	(65,80,95)
$\tilde{100}$	Muito Alta	MA	Triangular	(90,100,100)

Fonte: Autor

Foram adotados sete conjuntos para a coleta das preferências dos decisores. Optou-se que os conjuntos extremos não fossem igualmente espaçados, tendo amplitude igual à 10 entre seus números em relação ao próximo conjunto. Esta medida foi considerada devido os decisores elencarem valores limites somente em situações extraordinárias. Os conjuntos próximos das médias possuem menores amplitudes, iguais à 15, contribuindo na escolha sensível entre as alternativas. Optou-se também em um intervalo para os conjuntos compreendido entre 0 e 100, igual àquele encontrado na normalização do índice de vulnerabilidade proposto por Vicente (2008, p.257). A Figura 15 ilustra os conjuntos definidos.

Figura 15 – Conjuntos *fuzzy* triangulares para coleta de dados



Fonte: Autor

3.3.5 Especialistas e Decisores

Seguindo a terceira etapa do modelo, foram selecionadas algumas áreas chaves para construir o processo decisório. Para esta segunda aplicação a área de Ciências Sociais foi adicionada. Desta forma, as áreas para esta aplicação são Engenharia, Arquitetura, Restauração/Artes, História, Administração e Ciências Sociais. Sua adição foi considerada necessária para tratar as relações antropológicas e dinâmicas sociais existentes no cenário. Para a representação dessa disciplina, um novo especialista é convidado a participar. Os especialistas que integram a ponderação dos critérios neste capítulo são apresentados no Quadro 11.

Quadro 11 – Especialistas que participam na ponderação de critérios

Especialista	Função	Descrição	Formação
1	Administrador e Gestor	Formação em Matemática e Economia. MBA em Gerenciamento de Projetos. Atua como produtora cultural e executiva, coordenando projetos na área cultural, educacional e social.	Especialista
2	Arquiteto	Arquiteto com formação em Sapienza Università di Roma e Universidad de Sevilla com pesquisa na área de patrimônio histórico. Mestre em Arquitetura.	Mestre
3	Engenheiro Civil	Engenheiro Civil e Mestre. Integrante de laboratório com foco em pesquisa em edificados antigos e restauração de estruturas.	Mestre
4	Restaurador e Profissional de Artes	Formado pela Fundação de Arte de Ouro Preto, com especialização em Tecnologia da Restauração pela UNESCO/ICROOM. Foi Chefe do Setor de restauração do IPAC e do IEPHA; Atua em consultoria de restauração.	Especialista
5	Cientista Social e Gestor	Formada em Ciências Sociais, Mestre em Avaliação de Políticas Públicas e Especialista em Gestão de Organizações Sociais. Atua como Cientista Social e produtor cultural.	Mestre
6	Turismólogo e Historiador	Historiador e Turismólogo, Mestre em História e Doutorando em História. Leciona em instituições de ensino superior, atuou na gestão de museus e presta serviços de consultoria em turismo.	Mestre

Fonte: Autor

Buscando também tornar os resultados mais significativos, especialistas com maior experiência com o objeto de estudo e/ou com maior grau de instrução passam a integrar a avaliação dos critérios. Foi decidido escolher apenas um especialista por disciplina, desta forma alguns que participaram da fase anterior não contribuirão nos resultados referentes a hierarquização das alternativas. Esta escolha foi feita pois caso fossem adotados mais de um especialista para uma mesma disciplina haveria a necessidade de estimar, ou medir, a importância da avaliação dos dois ou mais especialistas da disciplina. Considerando isto, e

entendendo que as decisões realizadas pelos órgãos também costumam apontar um representante para cada área, se preferiu evitar esta análise.

Na tomada de decisão o decisor é àquele agente que tem poder de influência direta na indicação de uma solução para o problema (ROY, 1996). A metodologia usada neste trabalho também atribui participação de especialistas de forma indireta, ao permitir sua contribuição na ponderação dos critérios. O decisor então tem o papel de avaliar as alternativas disponíveis e finitas, enquanto o método compila suas preferências e retorna uma ordenação que pode ser tomada como uma proposta definitiva, ou contribuir com a definição desta.

Os decisores elencados também foram escolhidos em função de seu perfil quanto a participação de decisão em grupo. Deste modo, como recomendado por Keeney e Raiffa (1979, p.515), buscou-se escolher decisores que incorporam a avaliação de preferências seus valores profissionais e pessoais e que buscam resultados positivos considerando os múltiplos *trade-offs* existentes na avaliação das alternativas. Estes decisores também consideram a problematização, as contribuições das outras fases e agentes participantes (*e.g.* seleção de critérios e especialistas) e reconhecem sua preferência como representação de um grupo relevante para o contexto da conservação do patrimônio histórico do conjunto histórico de Sobral-CE.

Os decisores que participaram no problema de decisão são introduzidos no Quadro 12. Cada um deles atua de forma relevante na proteção do patrimônio cultural da cidade, e trazem visões diferentes, mas complementares, destacando-se também a atuação ou experiência de todos como gestores no âmbito cultural.

Quadro 12 – Decisores que participaram da hierarquização de alternativas

Decisor	Função	Descrição	Formação
1	Arquiteto e Gestor	Arquiteto e Mestre em Arquitetura. Trabalha com parceria a prefeitura de Sobral em obras com foco em patrimônio. Consultor da UNESCO, presta consultoria as obras contempladas pelo PACCH em Sobral.	Mestre
2	Coordenador e Advogado	Formado em Direito e Mestre e Direito Constitucional Atuou como coordenador de cultura da Secretaria da Cultura, Juventude, Esporte e Lazer de Sobral	Mestre
3	Educador e Gestor	Historiadora e Especialista em Ensino de História do Ceará. Atua em equipamentos da Secretaria de Cultura e Turismo de Sobral.	Especialista

Fonte: Autor

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos com a aplicação do modelo proposto. Os resultados são divididos em função de suas saídas, onde a primeira se refere a ponderação dos critérios e sua análise de sensibilidade, composta por comentários sobre o *Credal Ranking*; da comparação com os resultados do método *Best-Worst*, fazendo-se uso de um artifício para agregar as respostas dos especialistas; e de variações controladas.

A segunda saída compreende a hierarquização das alternativas, também acompanhadas de uma análise de sensibilidade. Esta análise compreende a avaliação dos resultados dos decisores sem a agregação de suas preferências; a variação de incertezas na coleta de dados de vulnerabilidade estrutural; e a análise de cenários simulados. Por fim, para validação compreensiva do modelo, se faz uso da comparação dos resultados com outros métodos presentes na literatura, apontando observações e ressaltando diferenças devido as características da construção da estrutura hierárquica, realizada pelo método adotado neste trabalho.

3.4.1 Ponderação de Critérios

Os procedimentos para a construção da matriz resposta seguem àqueles já apresentados na seção 2.2.5, na seção de revisão do método *Bayesian Best-Worst*, como também a alteração na coleta apresentada na seção 2.4.1, que se refere a ponderação dos critérios para a aplicação realizada no capítulo anterior. O mesmo formulário é utilizado como instrumento de coleta nesta etapa, disponível no APÊNDICE L.

O resultado da educação do conhecimento dos seis especialistas é representado em forma de uma matriz, apresentada na Tabela 11. A matriz é dividida em quatro setores³¹, uma para os critérios, e uma para cada um dos subcritérios. No estágio³² “BEST” é apresentado o critério selecionado como o mais importante pelo especialista, enquanto no “WORST” o critério menos importante.

³¹ O termo “setor” será utilizado para recorrer à essas áreas divididas na matriz de respostas que avalia as relações entre os critérios e cada um dos seus subcritérios.

³² O termo “estágio *melhor*” será utilizado para apontar as colunas que avaliam as comparações entre o critério ou subcritério considerado BEST. Analogamente o termo “estágio *pior*” será utilizado para apontar as colunas que avaliam as comparações entre o critério ou subcritério considerado WORST. Também se decidiu utilizar os termos em português para as representações dos critérios *best* e *worst*. Para discernir da palavra em seu uso comum, os termos em português serão apresentados em itálico, assim *melhor* e *pior* respectivamente.

Tabela 11 – Matriz de respostas dos especialistas

Esp.	Critérios									Vulnerabilidade Estrutural							
	BEST	VUL	SIG	POT	WORST	VUL	SIG	POT		BEST	MAT	FAC	COB	WORST	MAT	FAC	COB
<i>Adm</i>	SIG	2	1	4	POT	5	5	1		MAT	1	5	2	FAC	3	1	3
<i>Arq</i>	SIG	3	1	5	POT	3	5	1		FAC	4	1	1	MAT	1	3	4
<i>Eng</i>	VUL	1	2	5	POT	5	5	1		FAC	2	1	3	COB	3	4	1
<i>Rest</i>	SIG	2	1	2	POT	3	3	1		COB	2	2	1	MAT	1	1	3
<i>Soc</i>	VUL	1	1	4	POT	2	4	1		MAT	1	2	3	COB	2	2	1
<i>Tur</i>	SIG	1	1	4	POT	4	5	1		MAT	1	3	1	FAC	3	1	4
Esp.	Significância Cultural									Potenciais e Restrições							
	BEST	HIST	SOC	ARQ	WORST	HIST	SOC	ARQ		BEST	TUR	USO	REST	WORST	TUR	USO	REST
<i>Adm</i>	SOC	2	1	3	ARQ	1	3	1		USO	2	1	3	REST	3	4	1
<i>Arq</i>	SOC	4	1	6	ARQ	2	4	1		USO	7	1	2	TUR	1	7	5
<i>Eng</i>	SOC	3	1	5	ARQ	3	5	1		USO	2	1	2	REST	2	2	1
<i>Rest</i>	HIST	1	3	4	ARQ	4	3	1		USO	3	1	4	REST	4	5	1
<i>Soc</i>	SOC	3	1	2	HIST	1	4	3		USO	2	1	2	REST	3	3	1
<i>Tur</i>	HIST	1	1	3	ARQ	3	3	1		TUR	1	4	1	USO	5	1	4

Fonte: Autor

A consistência das respostas foi analisada buscando encontrar disparidades entre os critérios e seus subcritérios considerados *melhor* e *pior*, bem como as respostas dos especialistas, que devem representar uma relação de superioridade aproximada para cada uma das comparações. Seguindo a Tabela 1, que apresenta as descrição de superação de cada um dos índices adotados no método, a análise das respostas é ilustrada com a avaliação a seguir:

O arquiteto avaliou o critério *Significância*³³ como o *melhor*, apresentando índice 1. Nesta mesma avaliação também recorreu ao critério *Potenciais e Restrições* como o mais distante, com índice 5, o que representa que *Significância* é Fortemente mais importante que este. Como esperado na avaliação do *pior* critério, *Potenciais e Restrições* mantém-se como o menos importante, enquanto o critério *Significância* tem índice 5, o que indica continuar sendo Fortemente mais importante. Nesta mesma perspectiva, a importância do critério *Vulnerabilidade* manteve-se constante com índice 3, indicando ser moderamente mais importante que o *Potenciais e Restrições*. Desta forma se tem uma relação de dominância perfeita, no entanto não é obrigatória para se construir esta relação.

O método desenvolvido no *software* Matlab realiza múltiplas iterações para encontrar a solução de otimização. Como próprio indicativo de consistência das respostas se

³³ Para reduzir texto optou-se por utilizar apenas as palavras necessárias para identificar os critérios e subcritérios avaliados, de modo que *Significância* se refere ao único critério ou subcritério que possui o termo, sendo este *Significância Cultural*. Ainda, mantém-se os critérios e subcritérios em *itálico*, enquanto as representações linguísticas dos índices em sublinhado. Esta convenção será mantida até o final desta seção de resultados enquanto se valer necessária.

encontrou apenas uma solução possível para cada construção dos coeficientes de importância. Adicionalmente, optou-se comentar algumas das relações construídas pelos especialistas, de modo a confirmar previsões com os resultados apresentados, e conhecer sensivelmente as percepções destes agentes.

Analisando as relações de dominância possíveis de se construir, a maioria delas apresentam diferenças de 1 a 2 índices para que se tornem relações perfeitas. Como aspecto positivo, nenhuma dessas diferenças tornam a relação incorreta (e.g. um critério definido como *melhor* ser também apontado como *pior*). Uma das principais diferenças identificadas é na relação apontada pelo restaurador na avaliação no setor *Critérios em Vulnerabilidade*, no estágio *melhor* ora avaliada com índice igual à *Potenciais e Restrições*, é avaliada como Moderamente mais importante que este critério no estágio *pior*. A diferença é de apenas um índice, e o método consegue construir uma relação sem dificuldades.

Outro apontamento ainda menos relevante é na avaliação realizada pelo administrador dos subcritérios de *Vulnerabilidade*, onde o subcritério *melhor Materiais* é indicado como Fortemente mais importante que *Fachadas* tem duas quedas de índice no segundo estágio da avaliação. Já na avaliação dos subcritérios de *Significância*, o arquiteto aponta o *Valor Social* com índice 6 em relação à *Relevância Arquitetônica*, enquanto que no estágio *pior* o avaliou com índice 4.

Sabe-se que os índices adotados no modelo podem variar de 1 a 9, entretanto percebe-se que as avaliações poucas vezes assumem valores superiores ou iguais à 5. Isto pode estar relacionado a descrição dos índices adotadas e apresentada pelo próprio método, onde a diferença de dois índices já torna a relação de superioridade muito mais forte. Pode-se responsabilizar esse comportamento também na relevância dos critérios e subcritérios ao problema de decisão na visão dos próprios especialistas. O maior índice encontrado na aplicação deste método assumiu valor 7, encontrado na avaliação do especialista em arquitetura nos subcritérios de *Potenciais e Restrições*. O especialista percebe neste o *Uso* como Muito fortemente mais importante que *Atratividade Turística*.

Quanto a frequência de indicação dos critérios e subcritérios como *melhor* e *pior*, observa-se em parte alguns consensos. O principal deles refere-se na avaliação dos *Critérios*, onde *Potenciais e Restrições* foi àquele considerado por todos os especialistas como o *pior*. Esta asserção apontada pelos especialistas é ratificada com a média das avaliações dos índices dos critérios e subcritérios em relação ao seu *pior*, que em *Critérios* obtém a maior média, no

valor de 4.1, enquanto esta média é igual à 3.9 para *Potenciais e Restrições*; 3.2 para *Significância Cultural*; e 2.9 para *Vulnerabilidade Estrutural*.

O subcritério *Relevância Arquitetônica* também é indicado como *pior* de forma recorrente, e isto também se dá pela força dos outros dois subcritérios presentes em *Significância Cultural*, que são *Valor Social* e *Documentação Histórica*. Isto foi questionado pelo especialista arquiteto, que teve dificuldade de desvincular a disciplina de Arquitetura destes subcritérios. Entretanto, restringindo sua definição, *Relevância Arquitetônica* passa a representar apenas a sua descrição utilizada neste modelo.

Ainda neste setor o subcritério *Valor Social* foi apontado quatro vezes como o *melhor* subcritério, assim como seu critério *Significância Cultural*. Este é um forte indicador do perfil dos especialistas participantes da pesquisa, apontando para uma estratégia de conservação dos edificados mais focado na dinâmica social da sociedade sobralense. Esta ideia é reforçada pelo subcritério *Uso* ser designado como *melhor* cinco vezes, relacionando-se ao desenvolvimento já como implementado pelo município, que vem realizando a abordagem de reabilitação dos principais equipamentos.

As avaliações que refletiram posicionamentos mais diferentes entre os especialistas foram as dos subcritérios de *Vulnerabilidade*. Estes subcritérios foram indicados como *pior* o mesmo número de vezes, obtendo a menor média das avaliações e o menor desvio padrão³⁴. De um modo geral, o autor reconhece as paredes de fachada como um dos sistemas mais importantes para a estrutura do edificado, entretanto a qualidade do material também se relaciona a este subcritério. Para cenários semelhantes ao do estudo, frequentemente os primeiros sistemas que entram em colapso por degradação lenta são as cobertas, devido sua fragilidade à agentes biológicos e químicos. Ainda, este colapso pode causar danos severos a estrutura do edificado, o tornando mais vulnerável à agentes físicos. Desta forma, os especialistas reconhecem este como um dos principais sistemas a receberem ações de manutenção preventiva.

Finalizando a consolidação das respostas, observa-se a conduta dos especialistas

³⁴ Para a avaliação da consistência dessas respostas também foram realizados cálculos que compreendem a média do módulo das diferenças entre avaliações dos critérios; a médias total e parcial para ambos os estágios de avaliação; e os desvios médios destas médias. Eles não foram apresentados na seção pois haveria a necessidade de discorrer sobre todos, deste modo se limitou a oferecer conclusões através destes dados quando for pertinente para a apresentação dos resultados.

e suas contribuições. O arquiteto foi o especialista que se mostrou mais disposto a utilizar índices altos, onde todas as avaliações seus direcionamentos são bem definidos. Os valores dos índices deste especialista obtêm maior média, de 3.42, seguido apenas pelo turismólogo, de 2.75. A menor média é a do Cientista Social, no valor de 1.67.

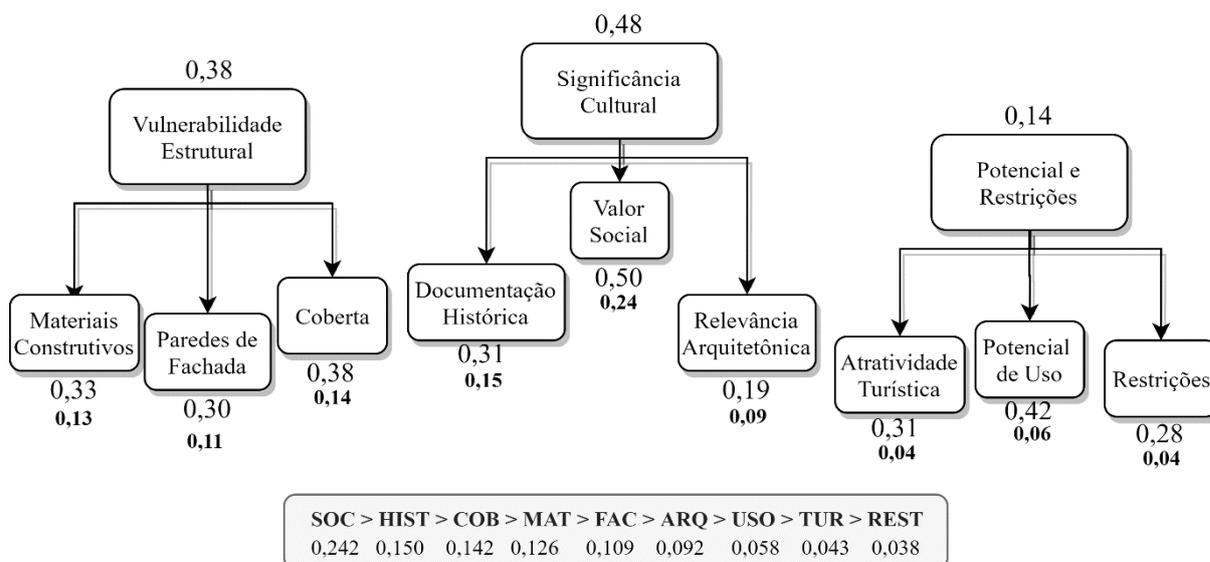
Algumas quebras de expectativa interessantes de serem notadas quanto a especialidade dos agentes e os critérios e subcritérios avaliados como mais ou menos importantes para a conservação do patrimônio cultural edificado são: a escolha do cientista social do critério *Vulnerabilidade* como mais importante, acima da *Significância*, que abrange o subcritério *Valor Social*; já o administrador reconhece a *Significância* como o principal critério, acima de *Potenciais* ou *Vulnerabilidade*, mostrando seu viés social, também presente na avaliação de seus subcritérios; enquanto o arquiteto é também o profissional que avalia a *Relevância Arquitetônica* com menor importância quando comparado ao *Valor Social*.

Já alguns resultados esperados compreendem a escolha do engenheiro à *Vulnerabilidade* como *melhor*, assim como o subcritério *Fachadas*, influenciado pelo aspecto sísmico apontado neste estudo; o restaurador, profissional com formação em artes, percebendo a *Significância* como principal critério e apontando neste a *Documentação Histórica* como *melhor*; nesta perspectiva, o turismólogo também aponta *Documentação Histórica* como mais importante, e também é o único especialista a não apontar o *Uso* como subcritério *melhor*, e sim *Atratividade Turística*.

A Figura 16 apresenta a árvore de critérios, com os coeficientes de importância (pesos) calculados pelo método, e conectados aos critérios, seus subcritérios e o coeficiente de importância global destes em negrito. Abaixo da árvore é ilustrada uma tabela com a ordem hierárquica dos subcritérios em função destes coeficientes atribuídos.

A hierarquia construída destes subcritérios, bem como dos critérios, é restrita para o problema apresentado, isto é, só é válida para o cenário descrito, aos especialistas e decisores consultados, bem como para a abordagem proposta, que compreende atividades de manutenção no contexto da conservação preventiva. Desta forma, quando se aponta a *Significância Cultural* como o critério mais importante para a realização da manutenção, restringe-se a este objeto de estudo.

Figura 16 – Árvore de critérios e seus respectivos coeficientes



Fonte: Autor

Assim como na aplicação realizada no Capítulo 2, o critério *Potenciais e Restrições* foi avaliado como o menos importante. Este resultado era esperado após a observação, mesmo que despreziosa, da matriz de respostas na Tabela 11. Isto pois este critério foi considerado o *pior* por todos os especialistas consultados. Nesta mesma perspectiva, *Significância Cultural* foi considerado o critério *melhor* com mais frequência, sendo-lhe atribuído um coeficiente de importância superior ao de *Vulnerabilidade Estrutural*.

Ainda com relação aos resultados esperados, apenas um dos subcritérios não seguem o raciocínio do parágrafo anterior. O subcritério *Materiais Construtivos*, apesar de indicado com maior frequência como *melhor* possui um coeficiente sensivelmente inferior ao da *Coberta*, no entanto, é fácil entender este motivo. Observa-se que no estágio de avaliação do *melhor* a *Coberta* é apontado com mesma importância que o *melhor Materiais* pelo Turismólogo, e com a mesma importância que o *melhor Fachadas* pelo arquiteto. Este mesmo especialista ainda avalia *Coberta* com maior importância que *Fachadas* no estágio *pior*. Pode-se dizer também que se esperava que o subcritério *Uso* superasse mais os outros subcritérios, visto que ele foi indicado cinco vezes como *melhor*. Contudo, algumas das relações estes subcritérios são de igualdade.

Partindo para a observação da ordem hierárquica dos subcritérios apresentada na Figura 16, se tem nas duas primeiras posições os subcritérios *Valor Social*, e *Documentação Histórica*, ambos pertencentes ao critério *Significância*. Observa-se a maior diferença entre subcritérios consecutivos nestes, visto tanto a superioridade do primeiro em relação ao

segundo dentro do próprio critério, como a influência do coeficiente de *Significância*.

Segue-se com todos os subcritérios de *Vulnerabilidade* com pequenas diferenças entre eles, ocupando o terceiro na hierarquia a *Coberta*. Já na sexta posição está *Relevância Arquitetônica*. As últimas três posições estão ocupadas pelos subcritérios de *Potenciais e Restrições*, na ordem decrescente *Uso*, *Turismo* e *Restrições*.

Uma nota aos modelos multicritérios que constroem uma árvore de critérios com múltiplos níveis é a grande influência dos coeficientes dos níveis superiores sobre àqueles de níveis inferiores. Isto deve ser levado em consideração na construção do modelo e na sua operação, pois frequentemente são estes subcritérios dos níveis inferiores que são considerados para alcançar o objetivo.

Os resultados obtidos com esses coeficientes são bastante positivos visto que, como a manutenção apontando para a conservação preventiva é objetivo da metodologia, esta abordagem compreende atividades que buscam principalmente a proteção do valor intangível dos edifícios antes de apresentarem danos que representem perdas, e que obriguem intervenções mais severas. Desta forma, alinhadas com as recomendações das cartas patrimoniais, mas referindo-se principalmente a Carta de Washington (ICOMOS, 1987), os subcritérios que ocupam as primeiras posições se relacionam a proteção dos valores intangíveis destes edifícios, que estão relacionados a memória e a identidade da comunidade, a história de desenvolvimento social e econômico, e as dinâmicas passadas, presentes e futuras a serem almeçadas com esta abordagem.

Os próximos subcritérios abrangem a proteção dos aspectos físicos da edificação por meio de manutenções periódicas, e se entende na redução de riscos ao considerar a vulnerabilidade do cenário que o conjunto histórico se encontra. Desta forma, o guia internacional de Princípios para Análise, Conservação e Restauração Estrutural de Patrimônios Arquitetônicos (ICOMOS, 2003) reconhece a proteção do valor intangível como principal objetivo, e aponta como a melhor medida de controle a manutenção preventiva.

A posição destes subcritérios pode ser considerada positiva e condizente com as políticas municipais considerando a restrição de custos, e ainda parecem estar alinhadas com a Política de Patrimônio Cultural Material (IPHAN, 2018). Desconsiderou-se uma discussão sobre a dominância entre eles visto a proximidade e as questões já tratadas quanto a percepção dos especialistas. Ainda, no *Credal Ranking* ilustrado na Figura 17, os indicadores de confiabilidade da relação são próximos a 0.60, o que não garante uma dominância clara.

Quanto a *Relevância Arquitetônica*, se mantém os comentários realizados para a aplicação no capítulo 2. Este diz que, apesar de parecer controverso, a disciplina deste critério em algumas pesquisas se mostra com baixa importância frente aos critérios históricos e sociais, e de estado de conservação e vulnerabilidade. Ainda, a disciplina teve seu âmbito restrito as contribuições arquitetônicas descritas no modelo.

Por fim se examina os subcritérios compreendidos em *Potenciais e Restrições*. Neste, o subcritério de *Uso* se sobressaiu sobre os outros, e se não tivesse sofrido tanta influência do coeficiente de seu critério certamente ocuparia posições mais altas. Isto devido a sua forte relação com as dinâmicas sociais e ao desenvolvimento sustentável do município, o qual realiza múltiplas iniciativas neste aspecto. Porém, se pode dizer que as funções referentes aos potenciais de uso estão mais relacionadas aos processos de reabilitação, política com privilégio neste e em outros sítios históricos.

Quanto a *Atratividade Turística*, foi avaliada como um subcritério que deve influenciar pouco nas decisões que compreendem as manutenções dos edificados. Apesar de algumas iniciativas, e pelos indicativos turísticos do patrimônio edificado de Sobral no PDUI (CEARÁ, 2018a), ainda é um dos potenciais da cidade que pode ser intensificado. Por este lado, se observa como as políticas de conservação do patrimônio do município estão voltadas para as dinâmicas sociais presentes neste espaço.

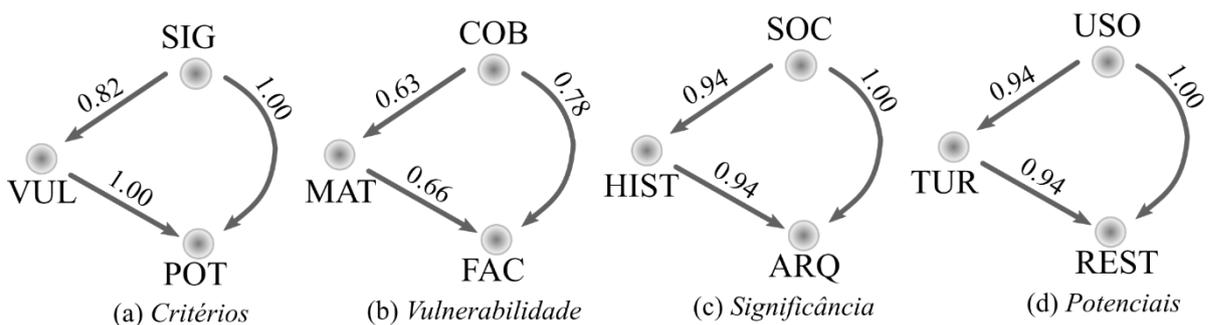
Por fim, se aponta como último subcritério *Restrições*. A sua definição foi apresentada de forma ampla, buscando manter uniformidade na distribuição, e um comparativo equidistante dos outros subcritérios que possuem certa força. Concluindo que manutenções com a abordagem preventiva são intervenções com baixíssimas restrições, isto pois consomem poucos recursos, oferecem baixo nível de risco e buscam causar nenhum impacto ou perdas ao edificado, pode ser considerado apropriado que este subcritério foi àquele considerado com menor influência na decisão destas atividades para quaisquer dos patrimônios da amostra.

O método *Bayesian Best-Worst* integra uma ferramenta que permite avaliar a confiança, ou credibilidade, da relação de dominância entre os critérios e subcritérios, nomeada de *Credal Ranking*. A ferramenta informa o grau de confiança de quanto um critério, ou subcritério, é superior a outro, variando de 0 (nenhuma confiança de superioridade) à 1 (total confiança de superioridade). O método tem uma saída gráfica apresentada na Figura 17, construída a partir de uma matriz de credibilidade. As avaliações são realizadas entre pares, a

partir desta matriz, que tem formato $n \times n$, onde n é a quantidade de critérios nos conjuntos, e a quantidade de relações possíveis são $(n - 1) \times (n)$, onde cada relação entre dois critérios, ou subcritérios, são realizadas no sentido do dominante e do dominado. Como os critérios foram divididos em conjuntos de 3, se tem apenas 3 relações de dominância possíveis.

No gráfico, os nós representam os critérios, ou subcritérios, enquanto a seta de um nó a outro representa a direção da superioridade e o número encontrado sobre a seta representa a confiança desta superioridade. Assim, em Figura 17 (a) o critério *Significância* e *Vulnerabilidade* são superiores ao critério *Potenciais* com 1.00 de confiança, enquanto *Vulnerabilidade* é inferior à *Significância* com 0.82 de confiança. Já as relações de dominância encontradas entre os subcritérios de *Vulnerabilidade* são de 0.78 de confiança de *Coberta* para *Fachadas*, 0.63 de *Coberta* para *Materiais*, e também de 0.66 de *Materiais* para *Fachadas*. Estas duas podem ser consideradas confianças não fortes, dependendo da rigorosidade no processo decisivo esta superioridade poderia ser contestada.

Figura 17 – Credal Ranking



Fonte: Autor

As entradas para o método que utiliza o Teorema de Bayes são as mesmas necessárias para o método que originou. A sofisticação e a confiabilidade do método *Best-Worst* são reconhecidas pelos múltiplos pesquisadores que o implementam em problemas de decisões distintos. Desta forma, se pretende adotá-lo para validar os resultados obtidos neste objeto de estudo. Entretanto, o método *Best-Worst* original se limita a processos decisórios individuais, desta forma existe a necessidade de utilizar uma alternativa para agregar os resultados dos múltiplos especialistas. Esta alternativa compreende a média aritmética dos múltiplos decisores aos critérios e subcritérios. A Tabela 12 apresenta os resultados e oferece uma comparação entre os dois métodos realizando algumas operações matemáticas.

Tabela 12 – Diferença entre pesos dos critérios entre os métodos e ordem

Método \ Critérios		MAT	FAC	COB	HIST	SOC	ARQ	TUR	USO	REST
Coeficientes (pesos)	BWM	0.1384	0.1197	0.1274	0.1521	0.2554	0.0885	0.0345	0.0584	0.0264
	<i>Bayesian</i> BWM	0.1264	0.1091	0.1417	0.1497	0.2418	0.0918	0.0429	0.0582	0.0385
	Diferença	-0.012	-0.0105	0.0144	-0.0024	-0.0136	0.0033	0.0084	-0.0001	0.0121
Ordem	BWM	3	5	4	2	1	6	8	7	9
	<i>Bayesian</i> BWM	4	5	3	2	1	6	8	7	9
	Diferença	1	0	-1	0	0	0	0	0	0

Fonte: Autor

Examinando os resultados do BWM se observa apenas diferenças nas segundas ou terceiras casas decimais na linha de diferença dos pesos. A maior diferença absoluta encontrada tem valor igual à 0.0144 e corresponde ao subcritério *Cobertas*. Se observa que esta variação é a única relacionada à uma mudança na ordem hierárquica, correspondendo a uma posição. Como se trata de uma ordem hierárquica contínua, esta posição é trocada com *Materiais*, que teve uma variação de 0.0120. A mudança na posição é influenciada pelo acúmulo destas diferenças, que possuem sinais contrários. Ainda, o *Credal Ranking* já demonstrava a dominância fraca entre ambos estes subcritérios.

Buscando ilustrar e facilitar a verificação na mudança desta operação das distâncias entre subcritérios dispostos em ordem, a Tabela 13 apresenta as diferenças entre eles e o percentual relativo.

Tabela 13 – Comparação de resultados entre método com e sem Teorema de Bayes

<i>Bayesian Best Worst Method</i>									
Ranking	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Critérios	SOC	HIST	COB	MAT	FAC	ARQ	USO	TUR	REST
Pesos	0.2418	0.1497	0.1417	0.1264	0.1091	0.0918	0.0582	0.0429	0.0385
Diferença	0.0921	0.008	0.0153	0.0173	0.0173	0.0336	0.0154	0.0044	
%	38.10%	5.32%	10.81%	13.67%	15.85%	36.58%	26.37%	10.29%	
<i>Best Worst Method</i>									
Critérios	SOC	HIST	<u>MAT</u>	<u>COB</u>	FAC	ARQ	USO	TUR	REST
Pesos	0.2554	0.1521	0.1384	0.1274	0.1197	0.0885	0.0584	0.0345	0.0264
Diferença	0.1033	0.0137	0.011	0.0077	0.0312	0.0301	0.0239	0.0081	
%	40.46%	9.01%	7.95%	6.05%	26.05%	34.05%	40.93%	23.55%	

Fonte: Autor

Assim, se observa que a distância entre *Coberta e Materiais* no método Bayesiano tem valor de 0.0153, inferior às mudanças acumuladas na aplicação do método BW. Outras informações que podem ser comentadas são o maior valor dos critérios *Valor Social* e de *Documentação Histórica*, aumentando-se a distância para os critérios compreendidos em *Vulnerabilidade*. Ademais, pode-se dizer que o método que utiliza o Teorema de Bayes se comporta de forma semelhante ao método original, mesmo quando utiliza uma simples função para agregar os seis especialistas.

Como disposto na seção 2.2.5, o método *Best-Worst* possui um indicador de consistência, que se propõe a validar as avaliações par-a-par realizadas pelos especialistas. Este indicador é representado pelo termo *CR*, onde quanto mais próximo de zero maior é considerada a consistência da avaliação e dos seus resultados. A Tabela 14 apresenta os indicadores de confiabilidade para as avaliações realizadas pelos especialistas deste modelo.

Tabela 14 – Indicadores de consistência para o método *Best-Worst*

Critérios / Especialista	<i>Critérios</i>	<i>Vulnerab.</i>	<i>Signific.</i>	<i>Potenciais</i>	<i>Média dos Especialistas</i>	<i>CR Médio</i>
Administrador	0.1563	0.1333	0.1111	0.1071	0.1270	0.2734
Arquiteto	0.0889	0.0588	0.1333	0.0577	0.0847	0.1722
Engenheiro	0.1111	0.1071	0.0889	0.1000	0.1018	0.2098
Restaurador	0.2143	0.1000	0.1250	0.1778	0.1543	0.3485
Cientista Social	0.1250	0.1000	0.1071	0.1667	0.1247	0.2496
Turismólogo	0.0333	0.0417	0.0000	0.0500	0.0313	0.0639
<i>Média</i>	0.1215	0.0902	0.0942	0.1099	0.1040	0.2255

Fonte: Autor

O *CR* médio e a média aritmética das avaliações foram liberdades tomadas pelo autor para verificar a consistência média dos especialistas, dos subcritérios, e da aplicação realizada neste modelo. O cálculo do *CR médio* do modelo envolve a soma do *CR* dos *Critérios* à média dos *CR* dos subcritérios. Desta forma, têm-se o *CR médio* para o modelo igual à 0.2255. Esta mesma operação também foi feita para cada um dos especialistas.

O maior valor obtido nas avaliações foi igual à 0.2143, realizada pelo restaurador, entretanto as consistências da maioria das avaliações são inferiores à 0.20. Na construção e aplicação do método, Rezaei (2016) não faz comentários sobre valores máximos que resultam na invalidação da avaliação, mas se dá por satisfeito com indicadores próximos aos que foram obtidos neste modelo.

3.4.2 Análise de Sensibilidade do Método BBW

Nesta seção será realizada a análise de sensibilidade do método *Bayesian Best-Worst*. A estratégia adotada será a mudança controlada da única variável de entrada, a matriz de respostas. Seguindo exatamente o mesmo caminho feito na Análise de Sensibilidade dos critérios dos especialistas realizada no capítulo 2 na seção 2.4.3, se tem nesta a construção de três variações descritas a seguir. As células nas matrizes das análises de sensibilidade, apresentadas na Tabela 15, Tabela 16 e Tabela 17, que sofreram alguma mudança foram sombreadas na cor cinza.

Na primeira análise é feito o acréscimo de dois índices ao critério ou subcritério considerado *melhor*. Ao fazer esta alteração no primeiro estágio é preciso também realizar alterações no estágio de avaliação *pior* para manter consistência nas respostas. Busca-se com esta análise verificar se há mudanças nos resultados diante de julgamentos mais fortes, buscando-se manter os critérios ou subcritérios intermediários na mesma posição apenas quando não empatados. Desta forma não se aguarda que os pesos, ou a ordem, se mantenham.

Tabela 15 – Análise de sensibilidade 1

Análise de Sensibilidade 1- aumento de dois índices nas avaliações																
Esp.	Critérios								Vulnerabilidade Estrutural							
	BEST	VUL	SIG	POT	WORST	VUL	SIG	POT	BEST	MAT	FAC	COB	WORST	MAT	FAC	COB
Adm	SIG	3	1	6	POT	6	7	1	MAT	1	7	3	FAC	5	1	4
Arq	SIG	4	1	7	POT	4	7	1	FAC	6	1	2	MAT	1	5	5
Eng	VUL	1	3	7	POT	7	6	1	FAC	3	1	5	COB	4	6	1
Rest	SIG	3	1	4	POT	5	4	1	COB	4	3	1	MAT	1	2	5
Soc	VUL	1	2	6	POT	3	6	1	MAT	1	3	5	COB	4	3	1
Tur	SIG	2	1	6	POT	5	7	1	MAT	1	5	2	FAC	5	1	5
	Significância Cultural								Potenciais e Restrições							
	BEST	HIST	SOC	ARQ	WORST	HIST	SOC	ARQ	BEST	TUR	USO	REST	WORST	TUR	USO	REST
Adm	SOC	3	1	5	ARQ	2	5	1	USO	3	1	5	REST	4	6	1
Arq	SOC	5	1	7	ARQ	3	6	1	USO	9	1	4	TUR	1	9	7
Eng	SOC	4	1	7	ARQ	4	7	1	USO	3	1	4	REST	3	4	1
Rest	HIST	1	5	6	ARQ	6	4	1	USO	4	1	6	REST	5	7	1
Soc	SOC	5	1	3	HIST	1	6	4	USO	3	1	4	REST	4	5	1
Tur	HIST	1	2	5	ARQ	5	4	1	TUR	1	6	2	USO	7	1	6

Fonte: Autor

Na segunda análise o critério ou subcritério avaliado como *pior* obterá a menor importância possível no primeiro estágio. Desta forma, àquele que for apontado como *melhor* será absolutamente mais importante que o avaliado como *pior*. Assim como na primeira análise, o critério ou subcritério intermediário acompanhará as mudanças mantendo a mesma distância de índices ao *melhor*. Com esta análise se busca observar o comportamento do modelo diante de avaliações onde critérios ou subcritérios tem superação completa sobre outro.

Tabela 16 – Análise de sensibilidade 2

Análise de Sensibilidade 2 – avaliações com superação absoluta																
Esp.	Critérios								Vulnerabilidade Estrutural							
	BEST	VUL	SIG	POT	WORST	VUL	SIG	POT	BEST	MAT	FAC	COB	WORST	MAT	FAC	COB
Adm	SIG	8	1	9	POT	5	9	1	MAT	1	9	6	FAC	9	1	3
Arq	SIG	7	1	9	POT	3	9	1	FAC	9	1	6	MAT	1	3	9
Eng	VUL	1	6	9	POT	9	5	1	FAC	8	1	9	COB	3	9	1
Rest	SIG	9	1	9	POT	3	9	1	COB	9	9	1	MAT	1	1	9
Soc	VUL	1	5	9	POT	2	9	1	MAT	1	8	9	COB	9	2	1
Tur	SIG	6	1	9	POT	4	9	1	MAT	1	9	7	FAC	9	1	4
Esp.	Significância Cultural								Potenciais e Restrições							
	BEST	HIST	SOC	ARQ	WORST	HIST	SOC	ARQ	BEST	TUR	USO	REST	WORST	TUR	USO	REST
Adm	SOC	8	1	9	ARQ	1	9	1	USO	8	1	9	REST	3	9	1
Arq	SOC	7	1	9	ARQ	2	9	1	USO	9	1	4	TUR	1	9	5
Eng	SOC	7	1	9	ARQ	3	9	1	USO	9	1	9	REST	2	9	1
Rest	HIST	1	8	9	ARQ	9	3	1	USO	8	1	9	REST	4	9	1
Soc	SOC	9	1	8	HIST	1	9	3	USO	9	1	9	REST	3	9	1
Tur	HIST	1	7	9	ARQ	9	3	1	TUR	1	9	6	USO	9	1	4

Fonte: Autor

Na terceira análise as respostas simularão especialistas mais parciais frente a sua área de formação e atuação. Se achou interessante considerar esta análise devido ao comportamento dos especialistas na aplicação do caso, os quais foram contidos tanto no uso de índices maiores, como também na superioridade de suas respectivas áreas quanto a problemática apontada. Aqui não se simula que os especialistas agiriam de forma parcial e displicente, mas ao serem conhecedores das disciplinas que representam, reconhecem mais facilmente a contribuição das atividades de manutenção à estas.

Tabela 17 – Análise de sensibilidade 3

Análise de Sensibilidade 3 – especialistas mais parciais																
Esp.	Critérios								Vulnerabilidade Estrutural							
	BEST	VUL	SIG	POT	WORST	VUL	SIG	POT	BEST	MAT	FAC	COB	WORST	MAT	FAC	COB
Adm	POT	2	4	1	SIG	3	1	4	MAT	1	5	4	FAC	5	1	3
Arq	SIG	3	1	6	POT	3	7	1	FAC	4	1	1	MAT	1	5	4
Eng	VUL	1	4	6	POT	5	2	1	FAC	3	1	3	COB	2	4	1
Rest	SIG	2	1	6	POT	5	2	1	COB	2	2	1	MAT	1	1	3
Soc	VUL	2	1	5	POT	3	6	1	MAT	1	2	4	COB	2	3	1
Tur	SIG	2	1	2	VUL	1	5	1	MAT	2	1	2	COB	1	2	1
Esp.	Significância Cultural								Potenciais e Restrições							
	BEST	HIST	SOC	ARQ	WORST	HIST	SOC	ARQ	BEST	TUR	USO	REST	WORST	TUR	USO	REST
Adm	SOC	2	1	5	ARQ	3	3	1	USO	2	1	4	REST	2	5	1
Arq	ARQ	4	4	1	HIST	1	1	5	USO	7	1	5	TUR	1	7	2
Eng	ARQ	3	1	1	HIST	1	4	3	USO	6	1	2	REST	3	6	1
Rest	HIST	1	3	4	ARQ	4	3	1	USO	3	1	2	REST	4	4	1
Soc	SOC	3	1	2	ARQ	2	4	1	USO	4	1	4	REST	2	5	1
Tur	HIST	1	1	3	ARQ	3	3	1	TUR	1	4	1	USO	6	1	4

Fonte: Autor

As mudanças neste cenário foram sutis, entretanto alguns critérios ou subcritérios foram apontados como *melhor* ou *pior* para atender a descrição desta análise, se esperando então algumas mudanças nas ordens. As mudanças das respostas das análises de sensibilidade estão descritas mais detalhadamente na aplicação no capítulo anterior, encontradas na seção 2.4.3.

Os resultados das análises de sensibilidade, que compreendem os coeficientes de importância dos critérios e subcritério, e a formação de uma ordem hierárquica a partir de seus valores, podem ser observados na Tabela 18. Esta tabela é dividida horizontalmente em três partes. A primeira se refere aos critérios; a segunda aos subcritérios*³⁵ sem ainda serem submetidos a operação de multiplicação pelo coeficiente do seu respectivo critério; e a terceira traz os resultados dos subcritérios após esta operação de multiplicação. As colunas dividem as informações quanto ao caso e às análises de sensibilidade, enquanto as linhas apontam os subcritérios e critérios.

Tabela 18 – Resultados das análises de sensibilidade e comparativo ao caso

		CASO	R	AS1	R1	R-R1	AS2	R2	R-R2	AS3	R3	R-R3
Critérios	SIG	0.4833	1	0.4986	1	0	0.5777	1	0	0.4152	1	0
	VUL	0.3772	2	0.3795	2	0	0.2774	2	0	0.3862	2	0
	POT	0.1396	3	0.1219	3	0	0.1450	3	0	0.1986	3	0
Subcritérios * Sem produto	SOC	0.5003	1	0.5085	1	0	0.5039	2	-1	0.4087	2	-1
	USO	0.4172	2	0.4465	2	0	0.5502	1	1	0.4889	1	1
	COB	0.3757	3	0.3467	4	-1	0.3258	4	-1	0.3104	5	-2
	MAT	0.3351	4	0.3478	3	1	0.3872	3	1	0.3085	6	-2
	HIST	0.3097	5	0.3152	5	0	0.3010	5	0	0.3171	4	1
	TUR	0.3072	6	0.3113	6	0	0.2372	7	-1	0.2679	8	-2
	FAC	0.2893	7	0.3055	7	0	0.2870	6	1	0.3812	3	4
	REST	0.2756	8	0.2421	8	0	0.2125	8	0	0.2433	9	-1
	ARQ	0.1900	9	0.1762	9	0	0.1951	9	0	0.2743	7	2
Subcritérios	SOC	0.2418	1	0.2535	1	0	0.2911	1	0	0.1697	1	0
	HIST	0.1497	2	0.1572	2	0	0.1739	2	0	0.1317	3	-1
	COB	0.1417	3	0.1316	4	-1	0.0904	5	-2	0.1199	4	-1
	MAT	0.1264	4	0.1320	3	1	0.1074	4	0	0.1191	5	-1
	FAC	0.1091	5	0.1159	5	0	0.0796	7	-2	0.1472	2	3
	ARQ	0.0918	6	0.0879	6	0	0.1127	3	3	0.1139	6	0
	USO	0.0582	7	0.0544	7	0	0.0798	6	1	0.0971	7	0
	TUR	0.0429	8	0.0379	8	0	0.0344	8	0	0.0532	8	0
	REST	0.0385	9	0.0295	9	0	0.0308	9	0	0.0483	9	0

Fonte: Autor

³⁵ Assim como na seção de resultados do capítulo 2, os critérios de níveis inferiores, denominados aqui de subcritérios, acompanharão o símbolo * (asterisco) para indicar quando estes subcritérios ainda não foram multiplicados pelo coeficiente de seus respectivos critérios. A informação sobre estes subcritérios* é apenas para cunho de nutrir um debate ao fornecer dados parciais, visto que não são usados para realizar as operações de hierarquização das alternativas.

Para facilitar a comparação, as células dos coeficientes foram sombreadas com uma tonalidade mais forte quando contém valores mais altos. As operações de comparação realizadas entre o caso e as análises se limitam nesta tabela às posições. Esta comparação é realizada pela operação de subtração da posição do critério ou subcritério no caso, pela posição do critério ou subcritério na análise.

Se iniciando com os resultados da análise de sensibilidade 1, se verifica que houve a mudança de apenas uma ordem, e se refere exatamente à *Coberta e Materiais*, visto a relação de dominância fraca já comentada. Com a avaliação em *subcritérios** pode-se concluir que alteração na ordem não teve relação com os pesos dos *critérios*. As diferenças encontradas entre os coeficientes neste cenário são mínimas, inferiores mesmo àquelas no uso do método *Best-Worst* para validar o funcionamento do método Bayesiano.

Estas mudanças que acontecem neste cenário atendem as previsões realizadas nas modificações das respostas, visto o aumento sensível nos subcritérios e critérios que foram avaliados como *melhor* com mais frequência. Assim, *Vulnerabilidade* e *Significância* aumentam minimamente seus pesos, enquanto *Potenciais* tem uma redução mais significativa. Isto gerou as maiores mudanças nos pesos dos seus subcritérios, principalmente em *Restrições*, com uma queda de 23,3%, mas de apenas 0.009, visto seu baixo valor.

As mudanças são mais significativas na análise de sensibilidade 3. Esta refere-se à atribuição de relação de superioridade absoluta entre os critérios ou subcritérios *melhor* e *pior*. Adicionalmente, os critérios ou subcritérios intermediários acompanham a valorização na importância daquele considerado como *melhor*, se esperando então que haja mudanças nas ordens com a queda dos considerados *pior*.

Neste, observa-se como principal agente de alterações de ordem o aumento significativo da importância de *Significância*, acompanhada pela equalização dos outros dois critérios. Assim, *Relevância Arquitetônica* ganha três posições sobre os subcritérios de *Vulnerabilidade*. O aumento do coeficiente de *Uso** em 32%, se tornando sozinho mais importante que *Turismo** e *Restrições**, deu condições deste subcritério subir uma posição sobre o subcritério *Fachadas*. Estes resultados atendem as expectativas, visto que este subcritério foi indicado como *melhor* cinco vezes, e dada a relevância parelha entre os subcritérios de *Vulnerabilidade* permitem que “desbalanceamentos” sobrepujam sua hierarquia.

Na última análise, *Potenciais* deixa de ser elencado por todos os especialistas como *pior*, ao ser considerada como *melhor* pelo administrador, e ao *Vulnerabilidade* ser considerado como *pior* pelo turismólogo. Entretanto, o especialista registra *Potenciais* com a mesma importância. Adicionalmente, este critério recebe índices que o consideram menos importante pelos outros profissionais. Com estas características, este critério aumenta seu coeficiente no valor de 0.059, enquanto *Significância* tem uma queda de 0.068.

Em *Vulnerabilidade* acontece uma valorização sensível das *Fachadas*, por estarem diretamente ligadas ao aspecto estético e urbanístico, associados então às respostas do turismólogo e arquiteto. Estas mudanças são percebidas com o aumento de 0.092 (31,8%) no coeficiente de *Fachadas**. O subcritério passa então a ocupar a segunda posição hierárquica, logo depois de *Valor Social*.

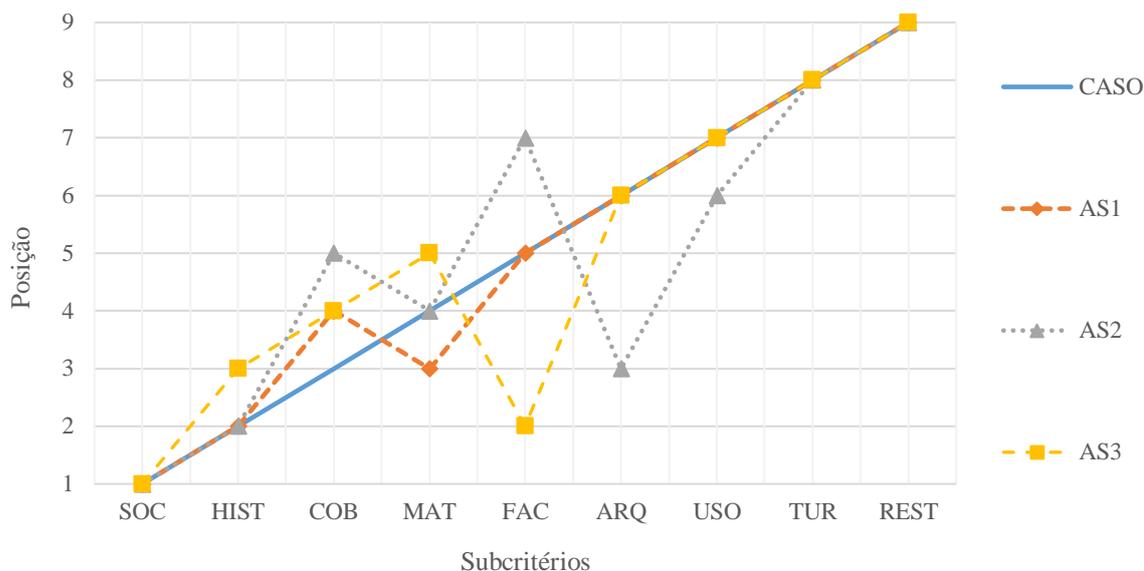
As mudanças nas respostas nos outros *Subcritérios* são pouco impactantes. A maior delas é encontrada com a valorização do arquiteto de sua disciplina, assim como do engenheiro, visto a maior correlação com a área do que *Valor Social* e *Documentação Histórica*. Já em *Potenciais* os especialistas evidenciam ainda mais o *Uso*. Desta forma, *Relevância Arquitetônica** aumenta 0.084, mas continua o subcritério menos valorizado em *Significância*; enquanto *Uso** acresce 0,039 ao seu coeficiente e continua sendo o mais importante em *Potenciais*. Estes acréscimos, no entanto, não influenciam nas posições em *Subcritérios*.

Facilitando a visualização das alterações das ordens sucedidas nas três análises e ajudando na identificação de alguma tendência, a Figura 18 apresenta um gráfico de linhas. A coordenada x representa os subcritérios, organizados em ordem crescente para o estudo de caso, enquanto a coordenada y indica as posições. Deste modo, para o caso se tem uma linha reta inclinada da primeira à última posição. Assim, quanto mais distante desta linha inclinada, maior a diferença da análise de sensibilidade avaliada aos resultados.

Com o gráfico se evidencia uma frequente mudança entre a terceira e sexta posições em apenas uma ordem. Isto acontece devido aos subcritérios de *Vulnerabilidade* apresentarem relevância equivalentes entre si. Se observa também a única mudança da segunda posição na análise de sensibilidade 3, fruto da valorização da primeira posição. Este tipo de comportamento é comum em métodos compensatórios.

Os subcritérios que ocupam as últimas posições foram pouco sensíveis às mudanças nas respostas, representando a força da relação construída pelos especialistas. A única exceção foi em *Usso*, isso devido à forte importância dentro de seu próprio conjunto, chegando nesta análise de sensibilidade a ocupar a primeira posição entre os *subcritérios**.

Figura 18 – Variação da ordem dos subcritérios entre estudo de caso e cenários



Fonte: Autor

As variações submetidas às análises são profundamente relacionadas às respostas dos especialistas para o caso estudado, de forma que os resultados delas, mesmo que parcialmente, continuam a representá-los. Assim, pode-se dizer que os subcritérios que menos variaram expressam credibilidade na posição que ocupam. Entretanto o oposto não pode ser afirmado, isto pois, as mudanças na matriz de respostas, ainda que controladas, não foram indicadas pelos próprios especialistas. Com adoção dessa estratégia, com a construção de expectativas e sua aferição com os resultados, e com o debate sobre as relações lógicas, é concluída a análise de sensibilidade desta etapa do modelo.

3.4.3. Hierarquização de Alternativas

Como disposto na metodologia, o método utilizado nesta etapa recebe três entradas: os pesos calculados nas seções anteriores; as matrizes *fuzzy* agregadas de preferências dos decisores; e os dados do critério de *Vulnerabilidade Estrutural* compreendidos de coleta em campo e transformados em variáveis *fuzzy*. Estes dados são apresentados na Tabela 19, que dispõem da identificação das alternativas e três números que caracterizam o número triangular *fuzzy*; à critério de discussão, também se aponta a ordem média³⁶ destas alternativas considerando apenas este critério. Adotado como padrão nesta dissertação, algumas das células da tabela são sombreadas, onde tonalidades mais fortes indicam valores maiores ou mais importantes.

Tabela 19 – Índices de Vulnerabilidade *Fuzzy* das edificações

Alternativas	Índice de Vulnerabilidade			Ordem Média
	i1	i2	i3	
1 Santa Casa da Misericórdia de Sobral	34.19	36.25	38.31	15
2 Teatro São João	34.19	36.25	38.31	15
3 Museu Dom José	46.06	48.75	51.44	10
4 Casa da Cultura	65.06	68.75	72.44	4
5 Igreja de Nossa Senhora do Rosário	27.06	28.75	30.44	18
6 Colégio Sant'Ana	46.06	48.75	51.44	10
7 Igreja São Francisco de Assis de Sobral	55.56	58.75	61.94	7
8 Palácio de Ciências e Línguas Estrangeiras	35.38	37.5	39.63	13
9 Sobrado Radier	42.5	45	47.5	11
10 Academia Sobralense de Estudos e Letras	31.81	33.75	35.69	16
11 Casa Tavares	55.56	58.75	61.94	7
12 Igreja do Menino Deus	74.56	78.75	82.94	2
13 Casa Monte Alverne	56.75	60	63.25	5
14 Câmara Municipal de Sobral	36.56	38.75	40.94	12
15 Igreja Matriz de Nossa Senhora da Conceição	67.44	71.25	75.06	3
16 Igreja de Nossa Senhora das Dores	55.56	58.75	61.94	7
17 Escola de Cultura, Comunicação, Ofícios e Artes	12.81	13.75	14.69	20
18 Centro Educacional Maria Imaculada	19.94	21.25	22.56	19
19 Igreja Nossa Senhora do Patrocínio	30.63	32.5	34.38	17
20 Estação Ferroviária de Sobral	88.88	95	100	1

Fonte: Autor

A avaliação de vulnerabilidade refere-se àquela relativa a solicitações de cargas provenientes de ações sísmicas. A somatória dos parâmetros desta avaliação nas alternativas, presente no Quadro 13, ilustra quais àqueles que mais influenciaram nos resultados apresentados para o índice de vulnerabilidade calculado para a amostra considerada.

³⁶ Função que retorna a posição de um número em uma lista de números a partir de seu tamanho em relação a outros valores de uma lista; se mais de um valor tiver a mesma posição, a posição média é retornada.

Examinando a somatória, se observa que o estado de conservação das edificações (P6) é um dos parâmetros que menos influencia no índice final. Isto pois a grande maioria das edificações foram indicadas com classe B, descrita como pequenas fissuras devido concentrações de tensão. Apenas duas foram classificadas como C, que indicam maior quantidade de fissuras por múltiplas causas. Estas edificações são a alternativa 20 - Estação Ferroviária de Sobral; e a alternativa 13 - Casa Mont'Alverne.

A estação ocupa também a primeira posição da ordem média para o critério, enquanto a casa ocupa a quinta posição. Nenhuma das edificações foram classificadas em D. Neste aspecto, se aponta a qualidade dos materiais (P5) que se relaciona também a qualidade construtiva do sistema estrutural, onde todas as edificações obtiveram classe A. Estas informações são pertinentes para a proposta do modelo, pois propõe atividades de manutenção à estas edificações, e não intervenções mais severas, e que também considera o contexto particular que se encontram.

Quadro 13 – Somatório dos parâmetros de avaliação de vulnerabilidade sísmica

SOMATÓRIO DOS PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO		a1	a2	a3
1. Geometria e aberturas	Σ		470.00	48.39%
P1 - Geometria da fachada		159.13	167.50	175.88
P2 - Esbelteza máxima		268.38	282.50	296.63
P3 - Área das aberturas		19.00	20.00	21.00
P4 - Desalinhamento de aberturas		0.00	0.00	0.00
2. Materiais, estado de degradação	Σ		86.25	8.88%
P5 - Qualidade dos materiais		0.00	0.00	0.00
P6 - Estado de conservação		81.94	86.25	90.56
3. Ligação a outros elementos estruturais	Σ		210.00	21.62%
P7 - Eficiência da ligação às paredes ortogonais		83.13	87.50	91.88
P8 - Ligação aos diafragmas horizontais e coberturas		45.00	50.00	55.00
P9 - Impulsos da cobertura		65.25	72.50	79.75
4. Elementos ligados à fachada	Σ		205.00	21.11%
P10 - Elementos não-estruturais		194.75	205.00	215.25
		Σa1	Σa2	Σa3
Fonte: Autor		916.56	971.25	1025.94

O parâmetro 10 também pode deve ser relevante para manutenções, que devem estar associadas a atividades de inspeção frequentes. A fixação de elementos às fachadas demanda não só a atenção com cargas dinâmicas, mas também com a suscetibilidade de sua degradação e a causa de acidentes. Oito alternativas obtiveram classe D neste parâmetro, são elas a Casa Mont'Alverne (13); a Casa Tavares (11); o Sobrado Radier (9); o Colégio Sant'Anna (6); a Câmara Municipal (14); a Casa da Cultural (4); a Igreja da Sé (15) e a Igreja do Menino Deus (12).

Neste conjunto estão inclusas todas as edificações que tiveram fins residenciais,

devido aos adornos e outras soluções arquitetônicas de época. Este parâmetro foi o que mais influenciou seus índices finais, assim como para a Câmara Municipal e para o Colégio Sant'Anna. A Casa da Cultura também recebeu importante influência devido a ineficiência nas ligações das paredes ortogonais, representada pelo parâmetro P7. As igrejas deste conjunto estão ocupando a segunda e terceira posição por serem classificadas também em D em razão a geometria das suas fachadas, e em C quanto a esbelteza destes elementos.

Nas avaliações das vulnerabilidades, que podem ser visualizadas no APÊNDICE B, se percebe como a cada uma das classes contribuem na construção do índice. A ordenação hierárquica através dos índices se mostra como um modelo muito sensível às classes mais altas para as alternativas consideradas. Desta forma, àquelas alternativas que foram dispostas em classes D em mais de um parâmetro, ou ainda em classes C, são àquelas que imediatamente terão os índices de vulnerabilidade mais altos dentre às amostras.

O modelo proposto constrói a hierarquia às atividades de manutenção em patrimônios culturais edificados considerando, além da vulnerabilidade sísmica, outros critérios, que serão avaliados por um grupo de decisores. As preferências destes decisores às alternativas devem ser traduzidas através destes critérios, por meio de funções linguísticas que são representadas por números triangulares *fuzzy*. A matriz de preferências dos decisores é apresentada na Tabela 20, utilizando os termos linguísticos contidos no Quadro 10. Já a Tabela 21 apresenta a ordem média das alternativas considerando os termos numéricos *fuzzy*.

Os decisores avaliaram cada uma das alternativas sob os seis subcritérios de *Significância Cultural e Potenciais e Restrições*. Novamente, as células da tabela com sombreamento mais forte representam avaliações mais importantes. Entretanto, *Restrições*, por ser um subcritério de custo, apresenta este sombreamento invertido. No domínio deste subcritério se percebe que os decisores possuem visões muito diferentes entre si.

Enquanto o *decisor 1* acredita que todas as alternativas possuem baixas restrições, com exceção da alternativa 14 - Câmara Municipal, a qual ele acredita ser Mediamente Baixa, o *decisor 3* julga que as restrições são frequentemente altas para a maioria das edificações, sendo a alternativa 1 - o Hospital Santa Casa, com a restrição mais baixa, classificada como Média. Já o *decisor 2* entende que para as mesmas alternativas as restrições são frequentemente Médias. O autor, que toma para si o papel de analista, já acreditava que possivelmente este subcritério seria aquele com maior disparidade de opiniões, por abranger múltiplos fatores que são mais ou menos presentes na vivência dos decisores como gestores.

Tabela 20 – Matriz de preferências dos decisores em termos linguísticos

	Crit\Alt.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20																			
Decisor 1	HIST	MeA	MeA	MeA	M	MeA	M	MeB	M	M	MeB	MeB	M	M	M	M	M	M	M	MeA	
	SOC	MA	MeA	M	M	M	M	M	M	MB	MeB	MeB	M	MeB	MeA	M	M	M	MeA	M	MeA
	ARQ	MeA	MeA	MeA	MeA	MeA	MeA	MeA	MeA	M	M	M	M	MeA	M	M	M	MeA	MeA	MeA	MeA
	TUR	B	M	M	M	MeA	MeB	M	MeB	MeB	MeB	MeB	M	M	B	MeA	M	MeA	MeA	MeA	MeA
	USO	MeA	M	M	MeA	M	M	M	M	B	MeB	M	M	M	M	M	M	M	M	M	MeA
	REST	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MeB	B	B	B	B	B
Decisor 2	Crit\Alt.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	HIST	M	A	A	A	A	A	M	A	M	M	M	MeA	MeA	A	A	A	A	A	A	A
	SOC	M	A	MeA	A	MeA	A	MeA	A	MeB	M	M	MeA	M	A	A	A	A	A	A	A
	ARQ	MeA	A	A	A	A	A	MeA	A	MeB	M	M	A	A	MeA	A	MeA	A	M	A	A
	TUR	B	A	A	A	MeB	MeB	MeB	M	B	B	B	M	M	MeB	M	M	A	MeB	MeA	A
	USO	M	A	A	A	M	MeB	M	MeA	MeB	MeB	MeB	MeA	M	M	A	M	A	M	A	A
REST	B	M	MeB	M	M	M	M	M	MeB	MeB	MeB	M	M	M	M	M	MeA	M	M	M	
Decisor 3	Crit\Alt.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	HIST	A	MA	A	A	A	A	M	A	M	M	MeA	MeA	M	MeA	A	MeA	MeA	MeA	MeA	MA
	SOC	A	A	A	A	MeA	A	MeA	A	MeB	M	M	MeA	MeB	M	A	M	A	MeA	MeA	B
	ARQ	A	A	A	MeA	MeA	A	MeA	MeA	M	M	MeA	MeA	A	M	MA	A	MeA	A	MeA	A
	TUR	M	A	MA	MA	A	M	M	M	MeB	MeB	M	M	M	MeA	A	M	MeA	MeA	A	MeA
	USO	MA	A	A	A	A	A	A	A	MeA	MeA	MeA	MeA	M	M	A	MeA	A	A	MeA	M
REST	M	A	A	A	A	A	MeA	A	MeA	MeA	MeA	MeA	MeA	MeA	A	A	MeA	A	MeA	MeA	

Fonte: Autor

Tabela 21 – Posições das alternativas por ordem média dos decisores sem pesos

Posição Média	Alternativas	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20																			
Posição Média	Decisor 1	2	4	8	8	4	14	14	14	20	19	18	14	14	17	10	14	8	4	8	1
	Decisor 2	17	3	3	3	12	12	17	8	20	19	19	10	15	12	7	10	6	15	6	3
	Decisor 3	3	3	3	5	7	7	14	10	20	19	16	14	18	17	3	16	7	10	10	12
	Média Geral	7	3	4	5	8	11	15	11	20	19	17	12	15	15	7	13	7	10	8	5

Fonte: Autor

Diante dos outros subcritérios os decisores encontraram mais pontos de confluência. Neste aspecto, se percebe que as alternativas 9 a 14 são avaliadas pelos três decisores com índices mais baixos em vários subcritérios. A exceção neste intervalo é a alternativa 12 – Igreja do Menino Deus. Isso é esperado pois esta edificação é encontrada na praça São João, na região mais central da cidade e vizinha a outros imponentes marcos culturais. Adicionalmente, a igreja foi construída na década de 1810 e tem forte representatividade para o povo sobralense.

As outras alternativas neste intervalo compreendem todas as edificações que tiveram função residencial, são elas o Sobrado Radier (9) e a Casa Tavares (11), hoje ambas com função comercial, e a Residência Mont’Alverne (13). Ainda neste intervalo estão presentes o edifício da Academia Sobralense de Letras (10), que também tem papel comercial principalmente no seu andar térreo; e a Câmara Municipal (14). Para estas, de forma geral, os decisores consideraram a importância histórica, social e arquitetônica inferiores à da Igreja supracitada.

Observando a ordem média destas edificações se verifica que elas ocupam as últimas posições ao se considerar apenas estes subcritérios. Seguem logo depois as alternativas que compreendem o Colégio Sant’Ana (6); a Igreja de São Francisco de Assis (7); o Centro de Línguas (8) e; a Igreja de Nossa Senhora das Dores (16). Entende-se que para os decisores o colégio e o centro de línguas são equipamentos com menos contribuição turística e com menos possibilidades de uso. Quanto ao centro, os decisores consentem sobre seu baixo valor social e histórico para a cidade. A Igreja de São Francisco se trata de uma edificação recente, mas que simula os adornos já presentes no conjunto, apesar de se encontrar um pouco afastada da região mais central, enquanto a Igreja das Dores tem uma construção simples, mas única, com forte papel histórico.

O primeiro método deste capítulo calcula os pesos dos critérios e subcritérios que avaliam as alternativas através do método *Bayesian Best-Worst*. Brauers e Zavadskas (2012) nomeiam os pesos como coeficientes de importância, ou significância, e consideram como instrumentos que auxiliam na otimização dos objetivos no método MULTIMOORA. Os pesos a serem adotados neste método são apresentados na Tabela 22.

Seguindo a metodologia, as alternativas serão avaliadas sob o âmbito de sua vulnerabilidade a partir do próprio critério, e não de seus subcritérios, como realizado pelos

decisores. Já que as avaliações que representam o critério vulnerabilidade é resultado da somatória de três subcritérios, para a correta operação matemática eles devem ser corrigidos para evitar sua valorização. Para isto dividiu-se o peso deste critério por três, e os critérios foram então normalizados para que sua somatória continuasse igual a 1,00.

Tabela 22 – Pesos dos critérios e subcritérios adotados na avaliação

Critérios	VUL			SIG			POT		
Pesos	0.3772			0.4833			0.1396		
Subcritérios	MAT	FAC	COB	HIST	SOC	ARQ	TUR	USO	REST
Pesos	0.1264	0.1091	0.1417	0.1497	0.2418	0.0918	0.0429	0.0582	0.0385

Fonte: Autor

O objetivo do modelo é traduzir as preferências dos decisores a partir de funções de otimização que utilizam os critérios como meio para a construção de uma ordem hierárquica. Entretanto, apesar das informações de vulnerabilidade na Tabela 19, e das preferências dos decisores na Tabela 20 não terem considerado estes pesos, ao se examinar esses dados considerando os pesos dos critérios, é possível realizar algumas previsões.

Desta forma, se percebe que os decisores entendem como alternativas com maior utilidade os principais equipamentos culturais públicos. Estes recebem avaliações importantes no aspecto social, por influir diretamente na dinâmica do centro histórico e trazer contribuições positivas à comunidade; no aspecto histórico, por serem edificações antigas e que estão atreladas fortemente a memória e a construção da identidade; ao uso, por serem espaços de participação de múltiplos agentes; e ao turismo, por serem entendidos como àqueles patrimônios mais atrativos para a região e articulador de movimentação de novos públicos e participantes da estratégia de valorização do patrimônio cultural.

Esta percepção é representada pelas avaliações do Teatro São João (2), do Museu Dom José (3) e da Casa da Cultura (4), que conseqüentemente ocupam as posições mais privilegiadas nas preferências dos decisores de acordo com a ordem média apresentada na Tabela 21. Quanto a avaliação de vulnerabilidade, a Casa da Cultura é apreciada com índice no valor de 68,75, ocupando a quarta posição na ordem média em relação a este critério, informação presente na Tabela 19. Nesta perspectiva, espera-se que essa alternativa tenha uma hierarquia alta na ordem proposta pelo modelo. Já o Museu Dom José é avaliado com índice de vulnerabilidade 48.75, enquanto o Teatro São João tem índice de 36.25. Apesar, considerando o peso dos critérios de *Significância Cultural*, reconhece-se sua influência na

hierarquia, e espera-se também que estas alternativas apresentem posições de destaque na ordem hierárquica. A Tabela 23 traz a ordem hierárquica e confirma as previsões discutidas.

Tabela 23 – Resultados da aplicação do método FG-MULTIMOORA

Alternativas	FG-MULTIMOORA						
	Ratio System	Rank	Refer. Point	Rank1	Mult. Form	Rank2	Rank Final
20 Estação Ferroviária	0.1377	1	2.48E-02	4	5.71E+09	1	1
15 Igreja da Sé	0.1333	2	1.70E-02	1	4.04E+09	3	2
4 Casa da Cultura	0.1331	3	1.88E-02	2	4.42E+09	2	3
3 Museu Dom José	0.1246	5	3.32E-02	7	3.60E+09	4	4
2 Teatro São João	0.1268	4	4.21E-02	14	2.63E+09	5	5
12 Ig. Menino Deus	0.1205	6	1.91E-02	3	2.50E+09	6	6
6 Colégio Sant'ana	0.1181	7	3.32E-02	8	1.53E+09	10	7
1 Santa Casa	0.1175	8	4.21E-02	13	2.18E+09	7	8
8 Centro de Línguas	0.1146	9	4.12E-02	11	1.41E+09	11	9
16 Igreja da Dores	0.1127	10	2.60E-02	6	1.61E+09	9	10
19 Igreja Patrocínio	0.1113	11	4.48E-02	16	1.80E+09	8	11
7 Igreja São Fc°	0.1058	14	2.60E-02	5	1.35E+09	12	12
13 Monte Alverne	0.0984	17	4.19E-02	12	1.24E+09	13	13
5 Igreja do Rosário	0.1075	12	4.75E-02	17	1.19E+09	14	14
11 Casa Tavares	0.0933	18	3.62E-02	9	8.49E+08	15	15
18 Patronato	0.1053	15	5.29E-02	18	7.77E+08	16	16
14 Camara Municipal	0.1033	16	4.03E-02	10	7.61E+08	17	17
17 ECCOA	0.1069	13	5.82E-02	19	7.57E+08	18	18
10 Academia de Letras	0.0784	19	4.39E-02	15	3.42E+08	19	19
9 Sobrado Radier	0.0695	20	5.97E-02	20	2.49E+08	20	20

Fonte: Autor

O método FG-MULTIMOORA constrói três ordens hierárquicas (*rankings*) a partir de três abordagens distintas. Cada abordagem contribui com uma função específica frequentes em métodos de tomada de decisão. A primeira utiliza uma função de ponderação e normalização considerando a maximização ou minimização do objetivo. A segunda é um método de distância do objetivo ótimo. Enquanto a terceira se trata de uma função de utilidade multiplicativa. A partir dos resultados de cada abordagem o método realiza operações de superação entre as posições de cada alternativa, e constrói uma ordem hierárquica final, apresentada na última coluna da direita da Tabela 23, identificada como *Rank Final*. É importante não confundir esta função como uma média das posições encontradas.

Curiosamente, as três abordagens concordam apenas na alternativa 9 – Sobrado Radier, que ocupa a última posição. Quanto às outras alternativas, elas ocupam diferentes posições entre si, onde apenas outras quatro alternativas (20,4,8, e 10) existe concordância entre duas abordagens. Este comportamento era esperado devido a adoção de múltiplos decisores, e a aproximação relativa entre as importâncias de muitos dos patrimônios culturais, também efeito parcial da decisão em grupo.

Os resultados da ordem confirmam algumas das observações realizadas durante a fase de apresentação dos dados, principalmente no que se relaciona às ordens médias construídas para a índice de vulnerabilidade e para a matriz dos decisores. A soma destas ordens médias assume menor valor para alternativa 20 - Estação Ferroviária de Sobral, com resultado igual à 6. Esta mesma alternativa ocupa a primeira posição de acordo com o método. Dentre os patrimônios considerados para o estudo, a EFS é a que apresenta o maior índice de vulnerabilidade, assumindo valor de 95. O segundo maior valor se encontra relativamente distante, e refere-se à Igreja do Menino Deus, com índice igual à 78,75. O valor do Iv, acrescentado da avaliação dos decisores como um dos patrimônios mais importantes nos critérios, justifica a posição da EFS em primeiro lugar para as operações de manutenção.

Ocupando a segunda posição está a alternativa 15, que corresponde a Igreja Matriz de Nossa Senhora da Conceição, conhecida também como Igreja da Sé. Esta alternativa assume mesma média das respostas dos decisores que a EFS, e ocupa a terceira posição na ordem média para o índice de vulnerabilidade, igual à 71,25. O índice admite este valor principalmente devido às características relativas à altura da edificação, e elementos agregados à fachada. A edificação também é reconhecida como um imponente marco religioso da cidade, sendo um dos patrimônios culturais mais antigos do centro histórico, mantendo preservada suas características originais, pode ser vista de vários pontos da cidade.

As próximas alternativas estão entre os equipamentos culturais mais populares da cidade, e como já previsto, assumem posição importante na hierarquia. De acordo com a ordem, são elas a Casa da Cultura, o Museu Dom José e o Teatro São João. A primeira foi avaliada com um índice de vulnerabilidade relativamente alto dentre as alternativas (68,75), e assim como os outros equipamentos, teve preferência entre os decisores. O Museu ocupa a próxima posição devido principalmente ao índice de vulnerabilidade, inferior ao da Casa de Cultura. Pela mesma razão, o Teatro São João ocupa a quinta posição, mesmo tendo avaliação

sensivelmente superior considerando a média dos decisores.

Na sexta posição encontra-se a Igreja do Menino Deus. Se torna importante aponta-la pois, mesmo de acordo com a avaliação dos decisores no que se refere a manutenção, este patrimônio não está entre as alternativas com melhor desempenho nos critérios. Entretanto, ela ainda continua com posição próxima as dos equipamentos culturais, que foram bastante valorizados em relação ao seu papel social, histórico e arquitetônico. Isto pois esta Igreja é uma das alternativas com maior Iv. Observa-se também que ela ocupa a posição 6 para a abordagem de Sistema de Taxas e na Forma Multiplicativa, e a posição 3 de acordo com o Ponto de Referência.

Na última posição está Sobrado Radier. A edificação atende ao fim comercial há décadas, sendo atualmente espaço que abriga uma grande loja. A parte interna foi modificada para atender ao seu uso, enquanto a externa não foi alterada estruturalmente, mas se evidencia seu uso comercial. Esta alternativa tem uma estrutura relativamente resistente à sismos de acordo com a metodologia de vulnerabilidade aplicada, e se encontra em bom estado de conservação. Por esta razão, na amostragem realizada ela foi apontada como uma das edificações menos importantes para atividades de manutenção.

Dentre as alternativas encontradas nas últimas posições, se menciona o Instituto Escola de Cultura, Comunicação, Ofícios e Artes de Sobral (ECOIA). Este instituto é apontado como uma importante edificação pelos decisores, e é um instrumento extremamente valioso na educação e valorização do patrimônio cultural tangível e intangível da cidade, sendo espaço para o fomento de importantes projetos. É um patrimônio que tem grande potencial de uso, mas que não tem sido aproveitado em sua completude, e que inicia manifestações patológicas devido processos lentos de degradação, apesar de sua recente reabilitação para este seu novo uso em 2004.

Na ordem média dos decisores este patrimônio se encontra na sétima posição, entretanto, é àquele com menor vulnerabilidade sísmica dentro da amostra estudada. Apesar, se constata a necessidade de atenção a esta edificação, de modo que a metodologia aqui proposta deve ser usada como uma ferramenta de apoio. Se faz essa observação devido a exclamação na quarta mesa redonda proveniente na IV Semana do Patrimônio Cultural de Sobral, a qual teve participação de um dos decisores desta pesquisa.

3.4.4 Análise de Sensibilidade do Método FG-MULTIMOORA

Nesta seção será realizada a análise de sensibilidade do método FG-MULTIMOORA. Os procedimentos que compreenderão a análise de sensibilidade nessa seção serão a avaliação dos resultados individuais dos decisores, a variação das incertezas nas coletas dos dados de vulnerabilidade, e a construção de cenários prováveis considerando a problemática estudada. Estas mudanças em algumas das entradas e verificação dos efeitos nos resultados é indicada por De Almeida et al. (2015).

Análise de Resultados Individuais dos Decisores

Buscando compreender como o método em grupo agrega a contribuição de cada um dos decisores, utilizou-se o método com a abordagem para problemas com apenas um decisor, adotando os dados de entrada de forma individual. Os resultados das ordens hierárquicas para cada um dos decisores é apresentado na Tabela 24, em colunas adicionais são apresentadas a ordem do método em grupo, e as diferenças das posições das alternativas de cada um dos decisores para as posições encontradas no método em grupo.

Tabela 24 – Ordem individual de alternativas

n	Alternativas	Decisor 1 (D1)	Decisor 2 (D2)	Decisor 3 (D3)	Ordem Método (M)	Dif Abs M - D1	Dif Abs M - D2	Dif Abs M - D3
20	Estação Ferroviária	1	1	10	1	0	0	9
15	Igreja da Sé	6	3	1	2	4	1	1
4	Casa da Cultura	4	2	2	3	1	1	1
3	Museu Dom José	7	4	3	4	3	0	1
2	Teatro São João	3	5	5	5	2	0	0
12	Igr. Menino Deus	5	6	7	6	1	0	1
6	Colégio Sant'ana	11	10	6	7	4	3	1
1	Hosp. Santa Casa	2	15	4	8	6	7	4
8	Centro de Línguas	16	9	9	9	7	0	0
16	Igreja das Dores	10	7	14	10	0	3	4
19	Igreja Patrocínio	13	8	11	11	2	3	0
7	Igreja São Fc°	12	11	8	12	0	1	4
13	Monte Alverne	15	13	17	13	2	0	4
5	Igreja do Rosário	9	17	12	14	5	3	2
11	Casa Tavares	18	12	13	15	3	3	2
18	Patronato	8	18	15	16	8	2	1
14	Câmara Municipal	14	14	16	17	3	3	1
17	ECO A	17	16	18	18	1	2	0
10	Academia de Letras	19	19	19	19	0	0	0
9	Sobrado Radier	20	20	20	20	0	0	0
						52	32	36

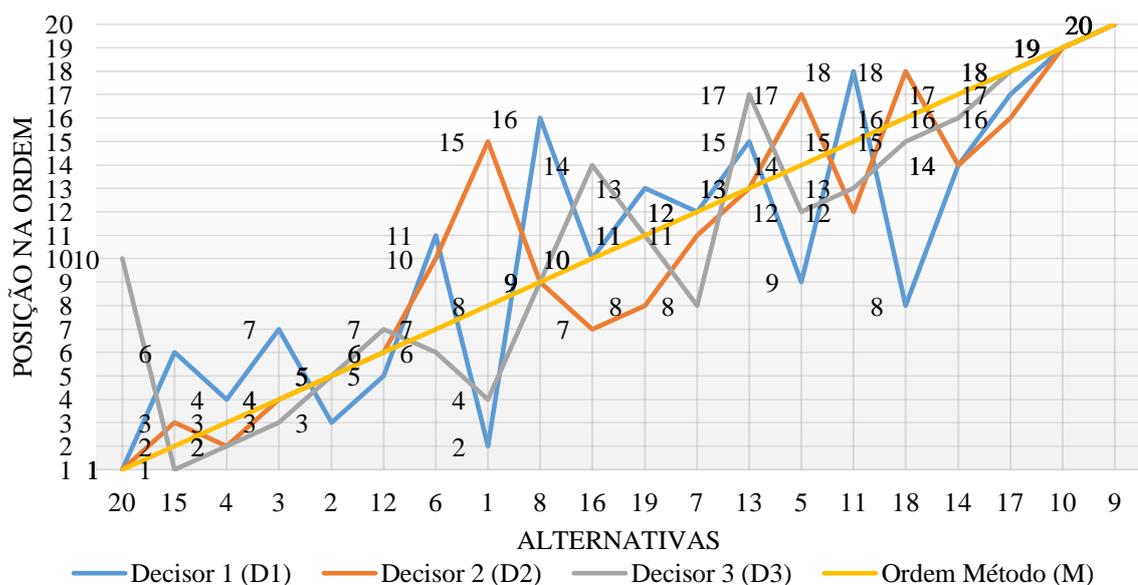
Fonte: Autor

Observando os resultados individuais, se verifica que as ordens construídas entre os decisores diferem muito entre si, isto mesmo com avaliações aproximadas para algumas alternativas, como foi possível verificar na etapa de análise das matrizes de preferências. Isto acontece apesar do índice de vulnerabilidade utilizado para todos os decisores ser o mesmo, aproximando as três ordens construídas da ordem encontrada no método aplicado ao grupo.

Dentre as alternativas que tiveram avaliações que resultaram em posições distantes entre as ordens individuais está a alternativa que ocupa a primeira posição, a Estação Ferroviária de Sobral. Para esta, as avaliações do terceiro decisor resultaram nesta edificação ocupando a décima posição na ordem, tendo como efeito também a maior diferença entre uma posição do método e uma posição calculada individualmente.

Sobre essa característica, se atesta como a concordância no julgamento de dois decisores resultam na posição das alternativas. Outras situações semelhantes são observadas na alternativa 2 – Teatro São João; na alternativa 8 – Centro de Línguas Estrangeiras; e também na alternativa 18 – Patronato Maria Imaculada, a qual existe uma aproximação significativa às posições obtidas pelas avaliações de dois decisores. Permitindo a visualização mais clara dessas observações, a Figura 19 ilustra um gráfico com posições das alternativas em linhas na aplicação do método para os decisores de forma individual e em grupo.

Figura 19 – Gráfico de ordens para decisores individuais e em grupo



Fonte: Autor

Lembra-se que esse comportamento acontece mesmo não diante de pesos atribuídos aos decisores. Desta forma, entende-se que para este modelo a solução mais adequada é a estratégia sem a construção de hierarquia entre estes agentes, e que foi adotada nesta pesquisa. Esta estratégia se justifica ainda na adoção do método como instrumento de apoio a decisão, provendo informações importantes e estímulo à um debate construtivo e multidisciplinar.

Observando o gráfico, é possível observar como a ordem das alternativas elegidas pelo decisor 1 está distante da encontrada pelo método em grupo. Isto se confirma com a soma das diferenças na Tabela 24, igual à 52, enquanto tem valor de 32 e 36 para os decisores 2 e 3. Este resultado ilustra consenso mais presente entre estes últimos decisores, gerando uma ordem do grupo menos próximo àquela do primeiro decisor.

Já na inexistência de consentimento na ordem entre todos os decisores, se observa uma aproximação da média. Algumas alternativas que ilustram esta afirmação são a 4 – Casa da Cultura; 12 – Igreja do Menino Deus; 1 – Hospital Santa Casa; e 16 – Igreja das Dores. Lembra-se que a aproximação da média apontada se refere apenas à análise de sensibilidade para verificação do funcionamento do método, e não aos resultados do método, que constrói a ordem a partir de relações de superioridade entre as alternativas.

Se verifica também uma baixa variabilidade de posições das alternativas que ocupam a última posição. Não só diante dos decisores, se aponta uma estabilidade destas posições entre as abordagens dentro do método, isto é, para o Sistema de Taxas, o Ponto de Referência Utópico, e para a Utilidade Multiplicativa, em que ao menos em duas destas abordagens as alternativas ocupam a posição que ocuparam na ordem final.

Análise de Incertezas

Neste tópico se busca simular informações com menor qualidade para a construção dos índices de vulnerabilidade. Esta abordagem foi realizada para verificar a função construída neste modelo para transformação das variáveis, antes números reais *crisp*, em números triangulares *fuzzy*, bem como também compreender como esta classificação pode influenciar o cálculo dos índices e a mudança na ordem.

Para esta abordagem se aumentou as incertezas no cálculo da vulnerabilidade em um grau para todos os parâmetros, seguindo o Quadro 7, para cada uma das alternativas. Os

resultados da redução da qualidade da informação, e o consequente aumento de incerteza sobre a mesma, são apresentados na Tabela 25.

Tabela 25 – Redução de qualidade de informações em um índice

Alternativas - Incertezas aumentadas		Índice de Vulnerabilidade		
		i1	i2	i3
1	Santa Casa da Misericórdia de Sobral	31.75	36.25	40.75
2	Teatro São João	31.75	36.25	40.75
3	Museu Dom José	43.00	48.75	54.50
4	Casa da Cultura	61.00	68.75	76.50
5	Igreja de Nossa Senhora do Rosário	25.00	28.75	32.50
6	Colégio Sant'Ana	43.00	48.75	54.50
7	Igreja São Francisco de Assis de Sobral	52.00	58.75	65.50
8	Palácio de Ciências e Línguas Estrangeiras	33.25	37.50	41.75
9	Sobrado Radier	40.00	45.00	50.00
10	Academia Sobralense de Estudos e Letras	29.50	33.75	38.00
11	Casa Tavares	52.00	58.75	65.50
12	Igreja do Menino Deus	70.00	78.75	87.50
13	Casa Monte Alverne	52.00	60.00	68.00
14	Câmara Municipal de Sobral	34.00	38.75	43.50
15	Igreja Matriz de Nossa Senhora da Conceição	63.25	71.25	79.25
16	Igreja de Nossa Senhora das Dores	52.00	58.75	65.50
17	Escola de Cultura, Comunicação, Ofícios e Artes	11.50	13.75	16.00
18	Centro Educacional Maria Imaculada	18.25	21.25	24.25
19	Igreja Nossa Senhora do Patrocínio	28.75	32.50	36.25
20	Estação Ferroviária de Sobral	81.25	95.00	108.75

Fonte: Autor

Esta alteração sutil das incertezas resultou na mudança de uma ordem hierárquica, onde a alternativa 14 – Câmara Municipal de Sobral, que antes ocupava a posição 17 agora ocupa a posição 18, enquanto a alternativa 17 – ECOA, que ocupava a posição 18 agora ocupa a posição 17. Esses resultados são apresentados na Tabela 26, que registra a diferença dos coeficientes de cada uma das abordagens do método com a incerteza modificada pelo método original. Os *rankings* das abordagens apresentados são iguais para as duas aplicações, com exceção da mudança supracitada, mantidos então na ordem do caso (*Rank*).

Percebe-se que no método FG-MULTIMOORA a abordagem da Utilidade Multiplicativa é aquela com a propriedade de ser sensível as mudanças das coordenadas dos limites de um dado número *fuzzy*. Se observou diferenças expressivas, presentes no segundo algarismo significativo, para a maioria das alternativas ao comparar com os resultados no caso. Entretanto, foi a única abordagem com mudança na ordem, mas suficiente para realizar a troca de duas alternativas em posições consecutivas.

Tabela 26 – Diferenças em resultados com mudança na qualidade de informação

Alternativas	Ratio System	Rank	Refer. Point	Rank1	Mult. Form	Rank2	Incerteza Mod.	Original
20 Estação Ferroviária	-0.0002	1	0.00E+00	4	3.14E+08	1	1	1
15 Igreja da Sé	-0.0001	2	2.08E-04	1	1.58E+08	3	2	2
4 Casa da Cultura	-0.0001	3	1.96E-04	2	1.72E+08	2	3	3
3 Museu Dom José	-0.0001	5	1.37E+04	7	1.52E+08	4	4	4
2 Teatro São João	-0.0001	4	1.14E-04	14	1.15E+08	5	5	5
12 Ig. Menino Deus	-0.0001	6	0.00E+00	3	1.07E+08	6	6	6
6 Colégio Sant'ana	-0.0001	7	1.37E+04	8	7.02E+07	10	7	7
1 Santa Casa	-0.0001	8	1.14E-04	13	1.15E+08	7	8	8
8 Centro de Línguas	-0.0001	9	1.45E-04	11	5.69E+07	11	9	9
16 Igreja da Dores	-0.0001	10	1.61E-04	6	7.12E+07	9	10	10
19 Igreja Patrocínio	-0.0001	11	1.35E+04	16	7.31E+07	8	11	11
7 Igreja São Fc°	-0.0001	14	1.61E-04	5	6.23E+07	12	12	12
13 Monte Alverne	-0.0001	17	0.00E+00	12	7.53E+07	13	13	13
5 Igreja do Rosário	0.0000	12	1.02E-04	17	6.02E+07	14	14	14
11 Casa Tavares	-0.0001	18	0.00E+00	9	4.15E+07	15	15	15
18 Patronato	0.0000	15	9.06E-05	18	4.38E+07	16	16	16
17 Camara Municipal	0.0000	13	8.00E-05	19	4.91E+07	17	17	18
14 ECOA	-0.0001	16	1.18E-04	10	3.79E+07	18	18	17
10 Academia de Letras	-0.0001	19	1.10E-04	15	1.93E+07	19	19	19
9 Sobrado Radier	-0.0001	20	0.00E+00	20	1.17E+07	20	20	20

Fonte: Autor

Como as incertezas foram modificadas para todas as alternativas igualmente para cada um dos parâmetros, se verifica que as mudanças entre as alternativas são proporcionais aos coeficientes que possuem. Desta forma, se conclui que as mudanças da qualidade de informações devem ser capazes de mudar a ordem com certa facilidade, visto que mesmo com esta característica ainda foi suficiente influenciar em uma das posições

A mudança dos conjuntos *fuzzy* definidas pelo analista considerando a problemática e o perfil dos decisores representam os termos linguísticos, e são variáveis importantes do modelo. Sua variação é capaz de influenciar nos resultados, mas por serem constructos esta análise não será conduzida.

Análise de Cenários

A avaliação das edificações sob os múltiplos critérios realizada pelos decisores foi feita de forma racional para esta simulação, e dependente das características encontradas no contexto real. Neste tópico será realizado o teste de sensibilidade do modelo a partir da construção de outros cenários prováveis. Para isto, se realiza a mudança dos coeficientes de

importância dos critérios, buscando simular um ambiente sob características que podem ser encontradas em contextos reais. A seguir são apresentados os três cenários construídos:

- **Cenário 1** – Incentivos em projetos sociais: Este cenário simula a existência de iniciativas públicas e privadas importantes na participação e fomento de programas que incentivam a preservação dos bens edificados históricos que contribuem diretamente no aspecto social, principalmente àqueles envolvidos com a educação e cultura. Assim, edificações como centros educacionais gratuitos, e equipamentos como museus, teatros e casas de cultura devem ser privilegiados na hierarquia para atividades de manutenção preventiva.
- **Cenário 2** – Estímulos ao turismo: Neste cenário o turismo recebe maior atenção dos órgãos governamentais, que neste contexto investe em eventos e celebrações, e paralelamente contribui com subsídios para a preservação e realização de atividades de manutenção e restauro dos principais edificados atrativos do município, que incluem os equipamentos culturais, como museus e teatros. Nesta conjuntura, estas edificações devem ter um incremento na hierarquia para atividades de manutenção.
- **Cenário 3** – Preservação de edificados vulneráveis: Este último cenário ilustra maior atenção do poder público e da sociedade para àqueles patrimônios edificados com suas estruturas mais comprometidas ou vulneráveis, seja devido manifestações patológicas ou tipologias mais frágeis para sismos. Este cenário pode ser motivado pela ruína de outros bens arquitetônicos importantes. Neste âmbito deve acontecer a priorização das edificações que receberam intervenções menos frequentes e que possuem maior índice de vulnerabilidade sísmico.

Os coeficientes de importância adotados para cada um dos critérios e subcritérios que representam os cenários simulados são apresentados na Tabela 27. Além dos coeficientes, a tabela apresenta a sua ordem hierárquica. Estas informações viabilizam algumas comparações breves e a compreensão das propostas realizadas nesta análise.

Tabela 27 – Coeficientes de Importância dos Critérios

Critérios e Subcritérios	Caso		Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3		
	Coeficiente	Ordem	Coeficiente	Ordem	Coeficiente	Ordem	Coeficiente	Ordem	
CRIT.	VUL	0.377	2	0.167	3	0.118	3	0.556	1
	SIG	0.483	1	0.556	1	0.294	2	0.278	2
	POT	0.140	3	0.278	2	0.588	1	0.167	3
VUL	MAT	0.126	4	0.044	9	0.024	9	0.104	4
	FAC	0.109	5	0.068	5	0.060	6	0.278	1
	COB	0.142	3	0.054	7	0.033	8	0.174	2
SIG	HIST	0.150	2	0.152	3	0.134	3	0.139	3
	SOC	0.242	1	0.337	1	0.053	7	0.083	6
	ARQ	0.092	6	0.067	6	0.107	4	0.056	7
POT	TUR	0.043	8	0.048	8	0.346	1	0.035	9
	USO	0.058	7	0.159	2	0.104	5	0.044	8
	REST	0.038	9	0.071	4	0.138	2	0.088	5

Fonte: Autor

Para o Cenário 1 os subcritérios de *Valor Social*, *Potencial de Uso*, e *Significância Histórica* assumem as primeiras posições na ordem, com 0.337, 0.159 e 0.152. As ordens das alternativas para cada um dos cenários simulados podem ser observadas na Tabela 28.

Dentre as alternativas nas primeiras posições se observa uma valorização dos equipamentos que tiveram sua avaliação muito relevante nos subcritérios mencionados. Nestas posições também houveram trocas entre estes equipamentos, visto que dentre eles alguns se mantinham em posições mais privilegiadas ao considerar também a maior força de outros subcritérios. Desta forma, movendo-se da terceira para a primeira posição está a Casa da Cultura (4). A alternativa teve uma pequena valorização, mas sobe na hierarquia devido à queda da Estação Ferroviária de Sobral (20), que recebia forte contribuição da *Vulnerabilidade*, e que agora ocupa o sexto lugar; enquanto isto os coeficientes das múltiplas abordagens na Igreja da Sé (15) pouco são influenciados pelas mudanças do peso neste cenário, o que garantiu à alternativa manter a segunda posição.

O Teatro São João (2) sobe duas posições, e agora é o terceiro na hierarquia. A principal mudança dentre as alternativas que ocupam lugares de destaque está no Hospital Santa Casa (1), que, com forte avaliação no aspecto social e de potencial de uso pelos decisores, sobe quatro posições, a fazendo ocupar agora a quarta posição. Devido a estas mudanças, o Museu Dom José (3) perde uma posição, mas continua entre as cinco primeiras alternativas.

Como esperado, a Escola de Cultura, Comunicação, Ofícios e Artes (17), bem como o Centro Educacional Maria Imaculada (18) obtiveram uma relevante valorização diante

da mudança dos pesos, visto que são equipamentos educacionais e que auxiliam de forma direta, ou indiretamente, em programas culturais. Neste aspecto, observa-se que estas alternativas subiram 4 e 5 posições respectivamente. O Palácio de Línguas Estrangeiras (8) também tem uma relevante valorização dos coeficientes, mas subindo apenas uma posição, por já se aproximar das alternativas mais privilegiadas na hierarquia.

Curiosamente, a Câmara Municipal (14) também tem forte valorização, não só ser relevante aos subcritérios deste cenário, de acordo com os decisores, mas também devido à queda das alternativas de uso residencial, comercial e religioso. Neste aspecto, se verifica que o Sobrado Radier (9) se mantém na última posição, sendo inclusive àquela alternativa com maior desvalorização na abordagem do Ponto de Referência Utópico.

Tabela 28 – Ordem dos cenários

n	Alternativas	Cenário 1 (C1)	Cenário 2 (C2)	Cenário 3 (C3)	Ordem Método (M)	Dif Abs M - C1	Dif Abs M - C2	Dif Abs M - C3
20	Estação Ferroviária	6	2	1	1	-5	-1	0
15	Igreja da Sé	2	5	2	2	0	-3	0
4	Casa da Cultura	1	3	3	3	2	0	0
3	Museu	5	1	5	4	-1	3	-1
2	Teatro	3	4	6	5	2	1	-1
12	Menino Deus	9	9	4	6	-3	-3	2
6	Santana	7	14	8	7	0	-7	-1
1	Santa Casa	4	15	9	8	4	-7	-1
8	Centro de Línguas	8	12	12	9	1	-3	-3
16	Igreja da Dores	15	11	7	10	-5	-1	3
19	Igreja Patrocínio	10	6	13	11	1	5	-2
7	Igreja São Fe ^o	16	16	11	12	-4	-4	1
13	Monte Alverne	17	13	10	13	-4	0	3
5	Igreja do Rosário	14	8	15	14	0	6	-1
11	Casa Tavares	18	18	14	15	-3	-3	1
18	Patronato	12	10	17	16	4	6	-1
14	Câmara Municipal	11	17	16	17	6	0	1
17	ECOAS	13	7	18	18	5	11	0
10	Academia	19	19	20	19	0	0	-1
9	Sobrado Radier	20	20	19	20	0	0	1

Fonte: Autor

O Cenário 2 aponta a *Atratividade Turística, Restrições, e Significância Histórica* como os três primeiros subcritérios, com coeficientes iguais a 0.346, 0.138 e 0.134. Outros subcritérios também são importantes e devem influir nos resultados neste cenário, são eles a *Relevância Arquitetônica e Potenciais de Uso* com 0.107 e 0.104 respectivamente. Apesar destes coeficientes nesta simulação, sabe-se que a avaliação dos decisores considera os fatores deste cenário como os menos importantes. Desta forma, embora a alteração relevante nos

pesos, não se espera mudanças significativas nas ordens, visto a forte influência das respostas dos decisores para além da consideração dos especialistas, que atuam como balizadores no processo decisório.

Neste cenário, ao subir três índices o Museu Dom José (3) passa a ocupar a primeira posição. De fato, ao se observar as preferências dos decisores o museu é a alternativa com melhor avaliação média para os subcritérios citados. O Teatro São João (2) sobe uma posição, e então passa a ocupar o quarto lugar na ordem hierárquica. Interessante se observar ainda ocupando posição relevante a Estação Ferroviária (20), isto pois consiste no principal marco histórico do desenvolvimento econômico da região. Apesar de não estar conciliado à eventos e programas há muitos anos, mantém-se como uma construção muito importante e evidente para na cidade. A posição remanesce também devido a vulnerabilidade que continua, como modelado, influente para os resultados.

Para este cenário a mudança mais notável acontece ao ECOA (17), que sobe onze posições, a maior alteração entre todas as simulações. Esta alternativa tem uma ligação indireta forte com os eventos e programas culturais e turísticos da cidade, esta relação é retratada pelas preferências dos decisores. Outras alternativas que mantêm certa posição de destaque são as igrejas, principalmente àquelas com um papel no turismo religioso, mesmo não sendo este um dos focos do município.

No Cenário 3 ocorre a valorização dos subcritérios de *Vulnerabilidade*, com coeficiente de 0.556. Deste modo se espera que as alternativas consideradas mais vulneráveis no contexto sísmico ascendam na ordem hierárquica, bem como a EFS (20) se mantenha na primeira posição a qual se encontra no estudo de caso por ter o maior índice de vulnerabilidade. Portanto, tomando como base os índices de vulnerabilidade dispostos na Tabela 19, e a mudança das posições das alternativas neste cenário em comparação com o caso, se examina a influência destas alterações.

A alternativa que continua ocupando a segunda posição neste cenário é a Igreja Matriz (15), e que foi avaliada com a terceira maior vulnerabilidade, no valor 71.25. A Casa da Cultura (4) também mantém a terceira posição na ordem, possuindo o quarto maior índice de vulnerabilidade, no valor de 68.75. Estas três primeiras alternativas, além de possuírem índices relativamente altos, também recebem grandes contribuições dos outros subcritérios.

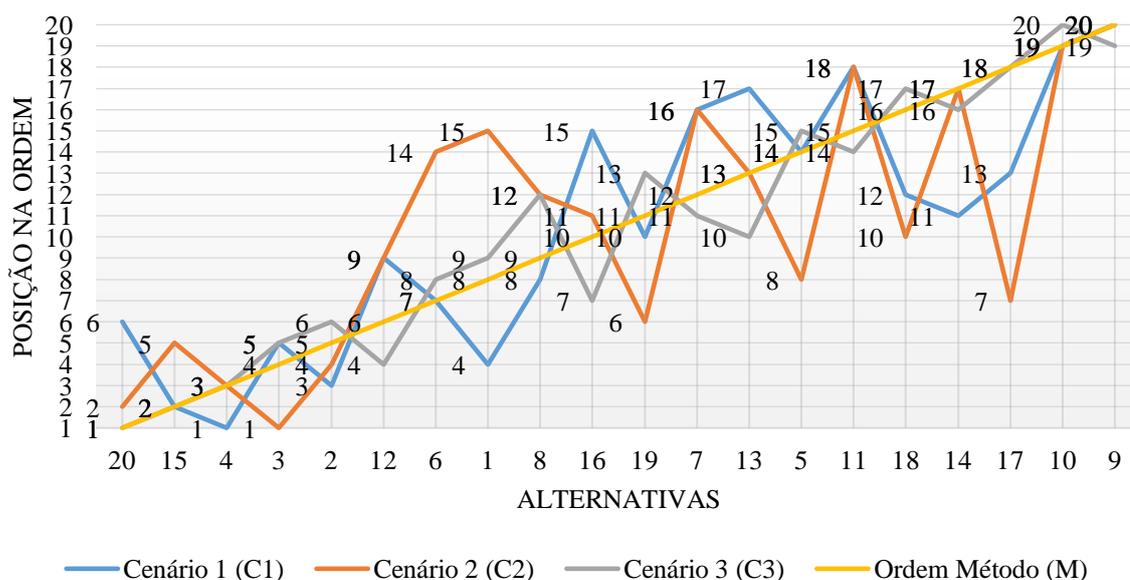
Na quarta posição se encontra a Igreja do Menino Deus (12), que subiu duas

posições. A Igreja possui o segundo maior índice de vulnerabilidade da amostra, igual a 78.75. Outras mudanças relevantes são as três posições conquistadas pela Igreja das Dores (16) a qual tem a sexta maior vulnerabilidade, igual à 58.75, e pela Casa Monte Alverne (13) com o quinto maior índice, no valor de 60.

Uma mudança de ordem interessante acontece nas últimas posições. O Sobrado Radier (9), que tem se mantido como último na hierarquia, inclusive por todas as abordagens no estudo de caso, trocou de posição com a penúltima posição, ocupada pela Academia Sobralense de Estudos e Letras (10). A mudança se dá principalmente devido à valorização do critério *Vulnerabilidade*, que apesar de muito influente não é suficiente para a mudança da posição do ECOA (17) que possui o menor índice de vulnerabilidade, e já ocupa a posição 18.

Outra forma de visualizar os resultados apresentados na Tabela 28 é através do gráfico ilustrado na Figura 20. Observa-se que algumas alternativas foram menos sensíveis às mudanças de pesos realizadas em cada um dos cenários, entretanto todas, em algum momento, tiveram sua posição alterada, demonstrando a extensão da análise. Observa-se também menores mudanças no cenário 3, que corresponde àquele de valorização do critério *Vulnerabilidade*. Pela proposta do modelo ter agregado os subcritérios para consideração do índice de vulnerabilidade, percebe-se que o critério tem bastante relevância sobre os resultados do estudo de caso e do cenário.

Figura 20 – Gráfico da ordem hierárquica das alternativas em cenários



Fonte: Autor

3.4.5 Comparativo com outros métodos

Nesta última seção se realiza a comparação da ordem obtida com o método FG-MULTIMOORA com os resultados obtidos através de outros métodos consolidados na literatura científica. Sabe-se que o método utilizado nesta pesquisa apresenta uma ordem hierárquica das alternativas a partir de relações de superioridade de ordens produzidas por três abordagens distintas.

A primeira abordagem, denominada de Sistema de Taxas, realiza uma função de normalização considerando a maximização dos critérios benéficos, e minimização dos critérios de custo. A segunda, nomeada de Ponto de Referência Utópico, utiliza as taxas para determinar um ponto ótimo, e constrói uma ordem hierárquica em função da distância a este ponto utilizando a função Min-Max de Tchebycheff. A terceira e última abordagem é a Forma Multiplicativa Total, e realiza operações de multiplicação da matriz de preferências construídas pelo decisor. Esta última abordagem é simples, mas muito sensível ao considerar as respostas dos decisores como são apresentadas, trazendo ao método uma perspectiva não compensatória.

Os três métodos utilizados para realizar a comparação com os resultados obtidos neste modelo são o MAUT, o TOPSIS e o VIKOR, apresentados na seção 2.2.4. O primeiro é um método que constrói uma ordem hierárquica a partir do cálculo das utilidades de cada alternativa, realizando funções de normalização e ponderação adequadas. De certa forma, o método traz uma abordagem similar àquela realizada pelo Sistema de Taxas. O segundo e terceiro métodos adotam operações particulares para definir uma alternativa ideal, onde a distância de uma dada alternativa para a alternativa ideal, calculada por funções específicas, determina a sua posição na ordem hierárquica. Estes dois métodos têm similaridades na construção com a segunda abordagem, o Ponto de Referência Utópico.

A Tabela 29 apresenta os resultados da aplicação do estudo de caso para os métodos supracitados. Para ajudar a visualizar as mudanças e contribuir nos comentários os resultados desta tabela são ilustrados no formato de linhas na Figura 21.

Primeiramente se observa uma similaridade nos resultados obtidos pelos dois primeiros métodos escolhidos para a comparação, de forma que a máxima diferença entre eles em cada uma das alternativas é de apenas uma posição. Isto pode estar relacionado a construção de matrizes idênticas para extrair os dados para o cálculo da utilidade, e para a

determinação da alternativa ideal a partir de uma simples função de distância euclidiana. Já o terceiro método constrói uma ordem com maiores diferenças, decorrência de operações que utilizam uma função linear que considera a importância das distâncias à solução ideal e intervalos de estabilidade para definir as posições das alternativas.

Tabela 29 – Ordem hierárquica das alternativas em diferentes métodos.

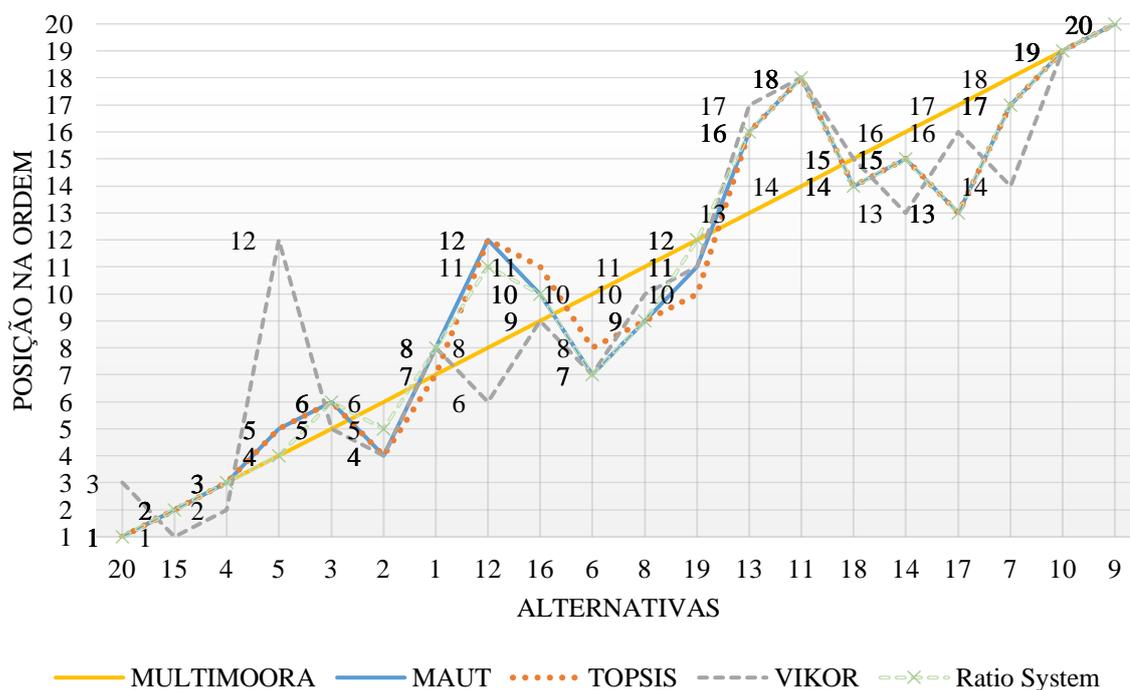
Alt.	FG-MULTIMOORA							MAUT			TOPSIS			VIKOR		
	Ratio System	R	Refer. Point	R1	Mult. Form	R2	R. Final	Utility	Rm	Dif	r	Rt	Dif	Def_Q	Rv	Dif
1	0.1175	8	4.19E-02	12	2.18E+09	7	7	0.6095	8	1	0.0988	7	0	0.1270	8	1
2	0.1268	5	4.19E-02	13	2.63E+09	6	6	0.6603	4	-2	0.1055	4	-2	0.0907	4	-2
3	0.1246	6	3.29E-02	7	3.60E+09	4	5	0.6426	6	1	0.1026	6	1	0.0943	5	0
4	0.1332	3	1.86E-02	2	4.42E+09	2	3	0.6795	3	0	0.1077	3	0	0.0344	2	-1
5	0.1282	4	1.91E-02	3	3.26E+09	5	4	0.6520	5	1	0.1034	5	1	0.1867	12	8
6	0.1182	7	3.29E-02	8	1.53E+09	11	10	0.6127	7	-3	0.0982	8	-2	0.1108	7	-3
7	0.0934	17	4.72E-02	17	6.62E+08	18	18	0.4873	17	-1	0.0803	17	-1	0.1949	14	-4
8	0.1146	9	4.10E-02	11	1.41E+09	12	11	0.5976	9	-2	0.0962	9	-2	0.1392	10	-1
9	0.0695	20	5.97E-02	20	2.49E+08	20	20	0.3568	20	0	0.0607	20	0	0.4352	20	0
10	0.0784	19	4.36E-02	15	3.42E+08	19	19	0.4069	19	0	0.0684	19	0	0.3188	19	0
11	0.0933	18	3.62E-02	9	8.49E+08	14	14	0.4753	18	4	0.0779	18	4	0.2615	18	4
12	0.1123	11	2.57E-02	5	1.86E+09	8	8	0.5751	12	4	0.0925	12	4	0.1033	6	-2
13	0.0984	16	4.19E-02	14	1.24E+09	13	13	0.5034	16	3	0.0820	16	3	0.2583	17	4
14	0.1033	15	4.01E-02	10	7.61E+08	16	16	0.5375	15	-1	0.0874	15	-1	0.1869	13	-3
15	0.1333	2	1.68E-02	1	4.04E+09	3	2	0.6807	2	0	0.1078	2	0	0.0288	1	-1
16	0.1127	10	2.57E-02	6	1.61E+09	10	9	0.5790	10	1	0.0931	11	2	0.1322	9	0
17	0.1069	13	5.80E-02	19	7.57E+08	17	17	0.5642	13	-4	0.0919	13	-4	0.2069	16	-1
18	0.1053	14	5.26E-02	18	7.77E+08	15	15	0.5537	14	-1	0.0902	14	-1	0.1987	15	0
19	0.1113	12	4.45E-02	16	1.80E+09	9	12	0.5788	11	-1	0.0936	10	-2	0.1658	11	-1
20	0.1376	1	2.48E-02	4	5.66E+09	1	1	0.6940	1	0	0.1091	1	0	0.0556	3	2

Fonte: Autor

Se observa uma relação perceptível da primeira abordagem do modelo com os dois primeiros métodos adotados para comparação. O Sistema de Taxas utiliza uma matriz normalizada e ponderada assim como estes métodos, e apesar de usarem funções diferentes, estas operações retornam soluções aproximadas. Já a abordagem que utiliza o Ponto de Referência Utópico não apresenta relações próximas entre os métodos considerados, mas atua na manutenção de algumas alternativas. Os coeficientes obtidos nesta abordagem constroem intervalos maiores e mais significativos entre as posições das alternativas, assim como o método VIKOR, que utiliza este valor para determinar a estabilidade destas posições. Entre estes dois, se percebe também uma relação no formato da distribuição dos coeficientes ao se observar as barras que interpretam os valores.

Ao comparar esta abordagem com o método VIKOR se percebe que os resultados deles não se aproximam do resultado do modelo. Estes são encontrados na alternativa 15, que foi indicada como a primeira posição para ambos; na alternativa 20, que foi indicada como primeira posição no modelo e nos outros métodos, enquanto é indicada para quarta posição no Ponto de Referência e terceira posição no VIKOR; e na alternativa 12, que é indicada para a quinta e sexta posição para a abordagem e este método respectivamente.

Figura 21 – Gráfico da ordem hierárquica das alternativas em diferentes métodos



Fonte: Autor

O gráfico ilustrado na Figura 21 ajuda a identificar quais as alternativas que tem menos variações entre os resultados do modelo e dos métodos. Se percebe que da primeira à sexta posição existe alguma conformidade, principalmente em relação à Estação Ferroviária de Sobral (20), a Igreja da Sé (15) e a Casa da Cultura (4). O resultado do método VIKOR que aponta a Igreja do Rosário (5) à décima-segunda posição pode ser considerado inesperado, entretanto este comportamento não se repete para as outras alternativas. As últimas posições, ocupadas pelo Sobrado Radier (9) e a Academia de Letras (10) são consenso entre os métodos e o modelo.

Analisando as colunas de diferenças na Tabela 29, se verifica que por se tratar de uma ordem hierárquica, é aguardado que quando exista uma alteração na posição de uma

alternativa, esta tenha efeito sobre as outras. Desta forma, quando a alternativa 12 e 16 são valorizadas pelo modelo, ocupando então a oitava e nona posições, enquanto ocupam em média a décima e décima-segunda posições nos métodos, isto tem efeito nas diferenças encontradas nas alternativas 6, 8 e 19. O mesmo pode-se dizer da valorização da Casa Monte Alverne (13) e da Casa Tavares (11), que influi na queda do ECOA (17) em quatro posições, como também no Patronato (18), Câmara Municipal (14) e Igreja São Francisco (7). Desta forma, entende-se que apesar de muitas diferenças entre as posições dos métodos ao modelo, essas acontecem como consequência de poucas mudanças em algumas alternativas.

Por fim, a avaliação dos resultados apresentados por outros métodos serve como objeto de compreensão do modelo, e não para confirmação da ordem obtida através deste, visto que os métodos integrados e as abordagens foram escolhidas explicitamente por contribuírem ao processo de tomada de decisão. Outra justificativa na sua escolha são as operações compreensivas e os resultados claros, que permitem perceber a relação de causa e efeito dos dados de entrada às posições atribuídas às alternativas, sendo também objeto passível de discussão entre os agentes participantes.

3.5 CONCLUSÕES

O valor dos patrimônios edificados encontra-se além de suas características físicas e detalhes arquitetônicos, estando presente em aspectos intangíveis e complexos. Esta característica torna o seu processo de reconhecimento importante e essencial para sua preservação e valorização. Entretanto, o contexto econômico gera desafios significativos para a proteção destes bens. Uma alternativa viável para a sua preservação está na integração destes monumentos alinhados ao seu desenvolvimento sustentável e do seu entorno. Nesta perspectiva, os centros históricos recebem um novo papel na comunidade, podendo ser vinculado a sua identidade mais do que nunca.

Junto a isto, deve-se buscar meios de fazer o uso mais eficiente e efetivo dos recursos na preservação e conservação destes patrimônios. Devido às influências ambientais e fatores humanos o patrimônio cultural se encontra em frequente e crescente ameaça. Este contexto leva a necessidade de atividades mais recorrentes, e ao se reconhecer os recursos como escassos, deve-se demandar ainda menos destes. A estratégia que adota como principal intervenção as manutenções integradas à um plano de conservação preventiva se mostra como a iniciativa mais promissora neste cenário.

Entretanto, os custos ainda significativos destas atividades costumam ultrapassar os fundos disponíveis, tornando necessário processos de priorização. Neste aspecto, a análise multicritério leva a realização de decisões cientificamente sólidas por meio de uma análise compreensiva da problemática e adotando procedimentos adequados que consideram os fatores complexos da conservação dos patrimônios culturais edificados. Adicionalmente a estes, as atividades de manutenção devem também atender as demandas de uso atuais das edificações e de seus usuários.

Entendendo a manutenção como parte das atividades de conservação preventiva, este trabalho encoraja o planejamento pluridisciplinar, que considera as características dos patrimônios edificados alinhados com uma visão abrangente, envolvendo os múltiplos agentes e critérios presentes em um ambiente reconhecidamente complexo. Esta abordagem é apropriada considerando as recentes diretrizes do IPHAN (2018), e que está alinhada com àquelas encontradas nos manuais de gestão do patrimônio material da UNESCO, como também com os mais recentes debates relatados e propostos em publicações acadêmicas e nos eventos do ICOMOS.

Os resultados obtidos com o modelo demonstram que a participação de especialistas na determinação de importâncias relativas aos critérios e a hierarquização das alternativas com múltiplos decisores permite a determinação de um curso de decisão explicitamente alinhado com a estratégia de conservação proposta para o sítio e ao plano diretor do município. A solução proposta pelos decisores é legitimada em evidências previamente apontadas, as quais consideram a vulnerabilidade do patrimônio, seu valor social e histórico, além de aspectos relacionados ao seu desenvolvimento sustentável. O modelo também encoraja a coleta de informações, viabilizando a troca de conhecimento ao implementar a experiência do especialista e dos decisores na metodologia.

Sobral é uma cidade a frente do seu tempo com relação a preservação do seu patrimônio edificado, com papel da comunidade e de ações governamentais municipais que reconheceram o valor o patrimônio através de um caminho de desenvolvimento sustentável. Desta forma, a ferramenta tem aplicabilidade e relevância por considerar a opinião de especialistas adequadamente, considerar a visão da administração pública, e promover o debate, partindo de um modelo que promove com a análise de sensibilidade a avaliação dos resultados com informações adicionais relevantes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer do desenvolvimento do tema entendeu-se que a função de valor do patrimônio cultural deve ser traduzida em múltiplos campos disciplinares, e desta forma estas disciplinas devem ser integradas aos instrumentos de preservação e conservação destes patrimônios. Esta prática é essencial para identificar e reconhecer seus valores, e só assim se tornar possível propor políticas adequadas para sua proteção. Apesar desta postura no tratamento do patrimônio histórico não ser recente, presente nas Normas de Quito (OEA, 1967) e recorrente em cartas patrimoniais mais atuais, a sua prática ainda mostra distância dos profissionais de áreas correlatas nos processos decisórios.

Com esforço, o Instituto de Proteção do Patrimônio Histórico Nacional (IPHAN) demanda em suas recomendações ao patrimônio material e na sua gestão compartilhada, para além de uma responsabilização em múltiplos níveis governamentais, a necessidade da realização de medidas que considerem e implementem a multidisciplinaridade do campo. Como efeito, deve ser observada uma maior participação dos municípios no planejamento e operação dos seus conjuntos históricos, tanto devido a responsabilização legal a nível federal, como pela compreensão dos potenciais benefícios que um conjunto histórico pode promover, entre eles a dinâmica social, a atividade econômica e o desenvolvimento sustentável. A cidade de Sobral está compreendida como um dos municípios que perceberam esses benefícios ainda de forma precoce, sendo inclusive agente que encoraja modificações na postura ao patrimônio cultural edificado à nível nacional.

Com este objetivo se observa a inclusão da gestão do patrimônio cultural edificado ao planejamento urbano no seu principal instrumento estratégico, de forma que estas construções integrem efetivamente às múltiplas funções exercidas no espaço. Neste aspecto, múltiplas medidas são realizadas no cenário sobralense, e compreendem primeiramente em intervenções de reabilitação e restauro em monumentos que são associados a iniciativas culturais, educativas, sociais e econômicas no município. Essas intervenções partem de um plano de preservação do sítio, e são financiadas tanto por programas federais como de fundos municipais, os quais também são destinados para fins de manutenção de alguns equipamentos.

A manutenção é a intervenção menos invasiva e que demanda menores recursos, sendo ainda àquela considerada com maior capacidade de reter integralmente o valor dos patrimônios edificados. Considerada uma abordagem sustentável, deve estar compreendida

em um plano de conservação preventivo, que deve discorrer sucintamente sobre suas atividades, demandas e sua recorrência nos edificados. Atendendo os recursos insuficientes para atender todas as edificações públicas de um conjunto histórico, se torna necessário executar processos de priorização, que em um cenário ideal deve apreciar a multidisciplinaridade destes patrimônios culturais.

O modelo construído nesta pesquisa utiliza critérios considerados representativos para a tomada de decisão na conservação do patrimônio edificado, utilizando tanto dados coletados através de inspeções em campo, como também o conhecimento de especialistas coletados através de processos de educação práticos e confiáveis. Os decisores dispõem de informações prévias para a avaliação das alternativas, e após a execução do modelo passam a ter em mãos uma construção hierárquica através de múltiplas abordagens. Os resultados parciais promovem também um debate construtivo e devem apoiar o processo decisório.

Os modelos de tomada de decisão demandam que suas primeiras fases sejam realizadas cuidadosamente, isto exige uma preparação do analista, que deve compreender o cenário e transcrevê-lo em um problema compreensível e analítico. Isto também exige a identificação de especialistas que contribuam no desenvolvimento do tema, e de decisores participativos e interessados. Abrir espaço a valores intrínsecos também é uma tarefa difícil, visto a característica dos valores culturais e sua avaliação qualitativa e imprecisa. Como consequência, a robustez dos resultados depende também do envolvimento destes agentes com a problemática e seus múltiplos pontos de vista. Neste aspecto, aumentar a transparência ao colocar em evidência as informações subjetivas e incompletas sobre estes fatores intangíveis torna o processo de decisão mais consistente.

Nos problemas de modelagem de decisão, frequentemente o pesquisador toma papel de analista. Este ator, não estando incluso no meio, sofre menos ruídos na execução de seu papel, mas encontra dificuldades na identificação de agentes e na coleta das informações necessárias para a estruturação do problema e concepção de recomendações. A distância física entre os agentes nesta pesquisa também definiu características do modelo proposto, que então adota formulários *online* e métodos que são adequados para tal abordagem.

Os decisores nesta pesquisa podem não ser os decisores finais ou definitivos para outros problemas que compreendem a conservação do conjunto histórico de Sobral. Uma estrutura possível da decisão para o uso de fundos municipais seria o aval da prefeitura ao

projeto aprovado por representantes dos núcleos das secretarias relacionadas (SEUMA, SECJEL, STDE), podendo ter sido criado ou proposto pelo Conselho Municipal do Patrimônio Cultural. Desta forma, a solução apontada na pesquisa toma um grupo seletivo de decisores para representar este processo decisório de forma simplificada.

Para o problema de hierarquização, a seleção dos patrimônios culturais edificados ficou restrito àqueles que dispunham de informações sobre sua vulnerabilidade estrutural. O tamanho desta amostra não busca representar este problema de tomada de decisão para todo conjunto histórico tombado de Sobral, mas sua composição busca permitir que a metodologia seja adaptável para tal uso.

A indisponibilidade de informações que compreendem o valor intangível destas edificações tornou necessária a coleta das preferências dos decisores sobre critérios que traduzem esta função. A conversão dessa informação qualitativa em variáveis numéricas que consideram a incerteza do decisor, a subjetividade, e a ausência de dados foi uma estratégia adotada neste trabalho, entretanto compreende-se de uma aproximação sem rigor matemático. Mesmo diante desta característica, este tipo de tratamento é comum e continua sendo uma abordagem encorajada na literatura científica. Além disso, os modelos buscam retratar a realidade de forma aproximada em busca de uma solução de um problema real, e citando um aforisma provocativo de Box (1979) “todos os modelos estão errados, mas alguns são úteis”.

A aplicação do modelo no caso de Sobral demonstra sua capacidade de lidar adequadamente com os múltiplos especialistas, mesmo estes não tendo nenhuma experiência na ferramenta de coleta apresentada, modificada para tornar-se mais compreensível neste estudo. Entende-se também como um sucesso a coleta das preferências dos múltiplos decisores, que utilizaram todas as funções apresentadas para a caracterização das alternativas descritas, havendo uma escolha cuidadosa dos intervalos que representavam os limites. O modelo reagiu adequadamente ao agregar os resultados de ambos os agentes, não havendo sobrevalorização de critérios ou alternativas que não fossem justificadas nas operações realizadas. Por fim, o modelo se mostrou capaz de representar a complexidade do problema, e permitiu as compensações dos critérios enquanto considerava as preferências dos decisores, além de se mostrar inteligível na concepção do analista, capaz de perceber as variações e propor análises de sensibilidade sem encontrar dificuldades na interpretação dos resultados.

Como principais características dos métodos integrados ao modelo, o FG-

MULTIMOORA oferece baixo consumo computacional, compreende tanto abordagens compensatórias como não compensatórias, tendo como entrada uma matriz de preferências, mas que devido atributos próprios de sua construção permite acessar relações de dominância entre as alternativas. Também não se verificou inversões na ordem com as alterações expostas na análise de sensibilidade, nem na fase de construção do modelo. Já o método *Bayesian Best-Worst* demonstrou capacidade de construir os coeficientes de importância dos vários critérios e subcritérios e agregar as preferências dos especialistas a partir de um processo de educação simples, rápido e eficiente. Adicionalmente, o método teve baixa redundância e permitiu acessar a credibilidade dos resultados.

Os resultados da ponderação dos critérios indicam o valor social o mais importante para a conservação preventiva e manutenção das edificações, havendo diferenças sensíveis entre as cinco primeiras posições. Para a segunda aplicação a ordem hierárquica segue com a documentação histórica, a vulnerabilidade da cobertura, dos materiais construtivos e paredes de fachada dos edifícios. Certamente devido a característica pouco restritiva das atividades de manutenção, o subcritério relativo a esta obteve menor importância em ambos os casos. O resultado da hierarquia demonstra a forte influência da vulnerabilidade e da significância do patrimônio, apontando para edificações que tiveram consenso entre os decisores como àquelas que ocupam as primeiras posições. Dentre estas se verifica a existência dos principais equipamentos socioculturais e das edificações que obtiveram maiores índices de vulnerabilidade. Já as alternativas que ocupam as últimas posições compartilham de relativa baixa contribuição às dinâmicas sociais do município e vulnerabilidade.

Dentre os possíveis incrementos ao modelo, se aponta a construção de um banco de dados que provém os custos aproximados de manutenção de cada uma das alternativas consideradas a partir de características dos sistemas construtivos e do seu estado de conservação. Este banco também poderia conter dados de restrições judiciais e legais, impactos ambientais, permissões prévias dos órgãos responsáveis ou proprietários, entre outros. Todas essas informações podem substituir o atual subcritério *Restrições*, adotado nesta pesquisa através de avaliação dos decisores devido a não disponibilidade de dados suficientes para qualificar todas as alternativas da amostra.

Um sistema de informações geográficos também pode ser implementado na avaliação das alternativas, desde que os critérios a serem considerados no modelo sejam

representativos para a problemática. O sistema poderia contribuir no alinhamento das atividades de manutenção de acordo com o planejamento urbano, podendo ser tratado como critério a ser valorizado ou como delimitação das amostras a serem consideradas no processo decisório. Também poderia contribuir com fatores referentes a característica da localização, como por exemplo equipamentos de acessibilidade, custo do terreno para fins imobiliários, ou ainda à riscos atribuídos ao espaço, como vandalismos, proximidade de hidrantes, área de inundação ou deslizamento, entre outros.

Os resultados desta pesquisa podem contribuir para uma abordagem mais sustentável e efetiva na ampla proteção dos patrimônios edificados do conjunto histórico de Sobral. A hierarquização proposta permite a implementação parcial da estratégia nas fases iniciais, o que pode promover o amadurecimento antes de atender à um grande número de edificações. O modelo propõe uma visão inclusiva e multidisciplinar, sistemática e transparente, na tomada de decisões no âmbito da conservação. A metodologia tem capacidade de ser atribuída ao plano de preservação do sítio histórico urbano já existente, bem como ser objeto considerado no planejamento da cidade.

REFERÊNCIAS

- AACE. **Cost estimate classification system**. International Recommended Practice No. 18R-97. 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674 - Manutenção de edificações: requisitos para o sistema de gestão de manutenção**, 2012.
- _____. **NBR 15.421 - Projeto de estruturas resistentes a sismos**, 2006.
- AL-NAJJAR, B.; ALSYOUF, I. Selecting the most efficient maintenance approach using fuzzy multiple criteria decision making. **International Journal of Production Economics**, 2003.
- ALTHOFF, F. R. **Políticas de preservação do patrimônio edificado catarinense - A Gestão do Patrimônio Urbano de Joinville**. 2008. Dissertação (Mestrado em Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade) - Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2008.
- AUSTRALIA ICOMOS. Burra Charter: The Australia ICOMOS Charter for Places of Cultural Significance. **Encyclopedia of Global Archaeology**, p. 1078–1082, 2013.
- BALEN, K. VAN; VANDESANDE, A. Innovative built heritage models based on preventive and systemic approaches. In: **Innovative Built Heritage Models: Reflections on Cultural Heritage Theories and Practices**. 1ed. Balkema: CRC Press. 2018. Cap.1
- BALEŽENTIS, A.; BALEŽENTIS, T.; BRAUERS, W. K. M. MULTIMOORA-FG: A multi-objective decision making method for linguistic reasoning with an application to personnel selection. **Informatica (Netherlands)**, v. 23, n. 2, p. 173–190, 2012.
- BALEZENTIS, T.; BALEZENTIS, A. A Survey on Development and Applications of the Multi-criteria Decision Making Method MULTIMOORA. **Journal of MultiCriteria Decision Analysis**, v. 21, n. nov, p. 209–222, 2014.
- BANA E COSTA, C. A.; OLIVEIRA, R. C. Assigning priorities for maintenance, repair and refurbishment in managing a municipal housing stock. **European Journal of Operational Research**, v. 138, n. 2, p. 380–391, 2002.
- BARBOSA, M. T.; SILVA, B. M. D.; COURA, C. V. G. A importância dos serviços de manutenção no patrimônio histórico. **Architextos**, n. 205.04, 2017.
- BELLMAN, R. E.; ZADEH, L. A. Decision-Making in a Fuzzy Environment. **Management Science**, Berkeley: University of California. 1970.
- BERTOLIN, C.; LOLI, A. Sustainable interventions in historic buildings: A developing decision making tool. **Journal of Cultural Heritage**, v. 34, n. April 2019, p. 291–302, 2018.
- BEST-WORST, M. **A multicriteria decision making method: BWM Solvers**. Disponível em: <<http://bestworstmethod.com/software/>> Acesso em: 20 de novembro de 2019.
- _____. **A multicriteria decision making method: Papers and Slides**. 2020. Disponível em: <<http://bestworstmethod.com/papers-and-slides/>> Acesso em: 20 de setembro de 2020.
- BOND, S.; WORTHING, D. **Managing Built Heritage: The role of cultural values and significance**. Chichester, UK: Wiley-Blackwell, 2016. v. 9

BOTTERO, M.; D'ALPAOS, C.; OPPIO, A. Ranking of adaptive reuse strategies for abandoned industrial heritage in vulnerable contexts: A multiple criteria decision aiding approach. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 3, p. 1–18, 2019.

BRANDÃO, F. et al. Seismic behavior assessment of a Brazilian heritage construction. **Frattura ed Integrità Strutturale**, v. 12, n. 45, p. 14–32, 2018.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 25 de 30 de novembro de 1937** – Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. 1937.

_____. Constituição (1988) **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988, atualizada até Emenda Constitucional nº 107, de 2020, 1988.

_____. **Lei Federal nº 10.257 de 2001 - Estatuto da Cidade**, 2001.

_____. **Lei Federal nº 13.089 de 2015 - Estatuto da Metrópole**, 2015.

BRASIL, Ministério da Cultura do. **Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural**, Programa Monumenta, 2005a.

BRAUERS, W. K. M.; ZAVADSKAS, E. K. The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. **Control and Cybernetics**, v. 35, n. 2, p. 445–469, 2006.

BRAUERS, W. K. M.; ZAVADSKAS, E. K. Project management by multimooora as an instrument for transition economies. **Technological and Economic Development of Economy**, v. 16, n. 1, p. 5–24, 2010.

BRAUERS, W. K. M.; ZAVADSKAS, E. K. Multimooora optimization used to decide on a bank loan to buy property. **Technological and Economic Development of Economy**, v. 17, n. 1, p. 174–188, 2011.

BRAUERS, W. K. M.; ZAVADSKAS, E. K. Robustness of MULTIMOORA: A method for multi-objective optimization. **Informatica**, v. 23, n. 1, p. 1–25, 2012.

BRAUERS, W. K.; ZAVADSKAS, E. K. Robustness of the multi-objective MOORA method with a test for the facilities sector. **Technological and Economic Development of Economy**, v. 15, n. 2, p. 352–375, 2009.

CALACHE, L. D. D. R. **Comparação de técnicas fuzzy para a decisão em grupo aplicadas a seleção de fornecedores**. 2018. 149p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Departamento de Engenharia de Produção. Universidade de São Paulo. São Carlos. 2018.

CANTINI. Preventive actions for architectural heritage against seismic risk. The Italian experience. *In: Innovative Built Heritage Models: Reflections on Cultural Heritage Theories and Practices*. 1ed. Balkema: CRC Press. 2018.

CARDOSO, F.; ACHIG-BALAREZO, M. C.; BARSALLO, G. Preventive conservation tools in southern Ecuador. **Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development**, v. 8, n. 2, p. 207–220, 2018.

CARPITELLA, S. et al. A combined multi-criteria approach to support FMECA analyses : A real-world case. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 169, n. September 2017, p. 394–402, 2018.

CARVALHO, C. R. DE. Conservação preventiva de edifícios e sítios históricos: pesquisa e prática. **Revista CPC**, v. 18, p. 141–253, 2014.

CEARÁ, Governo do Estado do. **Lei nº 13.078, de 20 de dezembro de 2000 - Conselho Estadual de Preservação do Patrimônio Cultural do Ceará**, 2000.

_____. **Constituição estadual**. Atualizada até a Emenda Constitucional nº 56, de 07 de janeiro de 2004. Disponível em:

<https://www2.al.ce.gov.br/legislativo/legislacao5/const_e/ce.htm#art15> Acesso em: 12 de junho de 2020.

_____. **Lei nº 16.026 de junho de 2016 - Plano Estadual da Cultura do Ceará**, 2016a.

_____. **Lei complementar nº 168 , 27 de dezembro de 2016 - Criação de Região Metropolitana de Sobral**, 2016c.

_____. **Lei nº 16.275 de 20 de junho de 2017 - Tesouros Vivos da Cultura**, 2017.

_____. **Lei complementar nº 180 de 18 de julho 2018 - Governança Interfederativa**, 2018b.

_____. **PDUI - Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de Sobral**. 2018a.

CEBALLOS, B.A. **FuzzyMCDM: Multi-Criteria Decision Making Methods for Fuzzy Data**. Cran.R Project, 22 de setembro 2016. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/web/packages/FuzzyMCDM/index.html>> Acesso em: 15 de dezembro de 2019.

CHANTER, B.; SWALLOW, P. **Building Maintenance Management**. 2ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2007.

CHEN, C. S.; CHIU, Y. H.; TSAI, L. Evaluating the adaptive reuse of historic buildings through multicriteria decision-making. **Habitat International**, v. 81, n. April 2017, p. 12–23, 2018.

CHINYELE, B. J.; LWOGA, N. B. Participation in decision making regarding the conservation of heritage resources and conservation attitudes in Kilwa Kisiwani, Tanzania. **Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development**, v. 9, n. 2, p. 184–198, 2019.

CHOAY, F. **A alegoria do patrimônio**. 1ed. São Paulo: UNESP, 2001.

COSTA, A. C.; CRUZ, A. N. DA;; ALVES, M. DO C. **Sobral, a preservação do sítio histórico a partir do seu tombamento**. 1. ed. Sobral: Sobral Gráfica e Editora, 2008.

COUNCIL OF EUROPE. **HEREIN System**. Disponível em: <<https://www.coe.int/en/web/herein-system>>. Acesso em: 5 out. 2020.

CREA-MG. **Preservação Do Patrimônio Histórico Cultural**. Belo-Horizonte, 2004.

DE ALMEIDA, A. T. et al. **Multicriteria and Multiobjective Models for Risk, Reliability and Maintenance Decision Analysis**. International Series in Operations Research & Management Science. vol. 231. London: Springer. 2015.

DEPAM/IPHAN. **Manual de elaboração de projetos para intervenções em bens culturais móveis e integrados**. 2018.

DHANISSETTY, V. S. V.; VERHAGEN, W. J. C.; CURRAN, R. Multi-criteria weighted decision making for operational maintenance processes. **Journal of Air Transport Management**, v. 68, p. 152–164, 2018.

DIARIO DO NORDESTE. **Apesar de tombados, bens sofrem degradação**. Disponível em: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/metro/apesar-de-tombados-bens-sofrem-degradacao-1.2004964>>. Acesso em: 5 out. 2020.

_____. **Tremor é o maior já registrado em Sobral**. Disponível em: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/metro/tremor-e-o-maior-ja-registrado-em-sobral-1.51005>>. Acesso em: 22 jan 2020.

DOUMPOS, M.; ZOPOUNIDIS, C. **Multicriteria Decision Aid Classification methods**. Nova York: Kluwer Academic. 2004.

DUARTE JUNIOR, R. **Sítios Históricos Brasileiros: Monumento, Documento, Empreendimento e Instrumento – O Caso de Sobral-CE**. 460p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo. 2012.

DUTTA, M.; HUSAIN, Z. An application of Multicriteria Decision Making to built heritage. The case of Calcutta. **Journal of Cultural Heritage**, v. 10, n. 2, p. 237–243, 2009.

EKEN, E.; TAŞCI, B.; GUSTAFSSON, C. An evaluation of decision-making process on maintenance of built cultural heritage: The case of Visby, Sweden. vol. 94. n.1, p. 24-32. **Cities**, 2019.

EPPICH, R.; GRINDA, J. L. G. Sustainable financial management of tangible cultural heritage sites. **Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development**, v. 9, n. 3, p. 282–299, 2019.

EUROPANOSTRA. **Europe's 7 Most Endangered heritage sites 2020**. Disponível em: <<https://www.europanostra.org/europe-7-most-endangered-heritage-sites-2020-announced/>>. Acesso em: 10 out. 2020.

FALCÃO, A. P. et al. Spatial Multi-Criteria Decision Analysis for Rehabilitation Priority Ranking: A Collaborative Application to Heritage Workforce Housing Sites. **International Journal of Architectural Heritage**, v. 0, n. 0, p. 1–17, 2019.

FATORIĆ, S.; SEEKAMP, E. A measurement framework to increase transparency in historic preservation decision-making under changing climate conditions. **Journal of Cultural Heritage**, v. 30, p. 168–179, 2018.

FERRETTI, V.; BOTTERO, M.; MONDINI, G. Decision making and cultural heritage: An application of the Multi-Attribute Value Theory for the reuse of historical buildings. **Journal of Cultural Heritage**, v. 15, n. 6, p. 644–655, 2014.

FERREIRA, T. M.; MAIO, R.; VICENTE, R. Seismic vulnerability assessment of the old city centre of Horta, Azores: calibration and application of a seismic vulnerability index method. **Bulletin of Earthquake Engineering**, v. 15, n. 7, p. 2879–2899, 2017.

FORBES, C. et al. **Statistical Distributions**. 4. ed. Chichester: Wiley Publishing, 2011.

- FORSTER, A. M.; KAYAN, B. Maintenance for historic buildings: A current perspective. **Structural Survey**, v. 27, n. 3, p. 210–229, 2009.
- FORSYTH, M. **Understanding historic building conservation**. 1. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2007.
- FRANKLIN, A. Z. **Gestão do patrimônio cultural em pequenas cidades históricas: Manhumirim, MG**. 199p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Viçosa. 2019.
- FRIDMAN, F. et al. Políticas públicas de preservação do patrimônio histórico no Brasil . Três estudos de caso (1973-2016) **Revista brasileira de estudos urbanos regionais**. v.2,1 n.3, p. 621–638, 2019.
- GALÁN, E.; GONZALEZ, J. B.; ÁVILA, R. M. La aplicación de la evaluación de impacto ambiental en el patrimonio monumental y el desarrollo sostenible de las ciudades. **Revista de Enseñanza Universitaria**, v. Extraordin, n. 1, p. 123–40, 2006.
- GARCÍA, G.; CARDOSO, F.; VAN BALEN, K. The challenges of preventive conservation theory applied to Susudel, Ecuador. In: VANDESANDE, A. (Ed.). . **Reflections on Preventive Conservation Theories and Practices**. Leuven: Raymond Lemaire International Centre for Conservation, 2015. p. 117–129.
- GARD'NER, J. M. Preparing the conservation plan. In: **Understanding historic building conservation**. Oxford: Blackwell Publishing. p. 156–174. 2007. Cap.14
- GHOUSHCHI, S. J.; YOUSEFI, S.; KHAZAEILI, M. An extended FMEA approach based on the Z-MOORA and fuzzy BWM for prioritization of failures. **Applied Soft Computing Journal**, vol. 21, n. , 2019.
- GILKS, W. R.; RICHARDSON, S.; SPIEGELHALTER, D. **Markov chain Monte Carlo in practice**. London: Chapman & Hall/CRC press, 1995.
- GIOVINAZZI, S.; LAGOMARSINO, S. **A macroseismic method for vulnerability assessment of buildings**. 13th World Conference on Earthquake Engineering. **Anais...**2004
- HEINECK, L. F.; PETRUCCI, H. M. C. **Influência do projeto arquitetônico na manutenção e durabilidade de edifícios**. Simpósio de desempenho de materiais e componentes de construção civil. **Anais...**Florianópolis: UFSC, 1989
- HOBBS, B. F.; MEIER, P. **Energy Decision and the Environment: A Guide to the Use of Multicriteria Methods**. Boston, MA: Kluwer, 2000.
- HSU, K. W. et al. Constructing an evaluation framework for eco-museum operations-management performance, based on the case of Jhushan, Taiwan. **Sustainability (Switzerland)**, v. 10, n. 6, 2018.
- HWANG, C.-L.; YOON, K. **Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications**. New York: Springer, 1981. v. 1153641
- IGHRAVWE, D. E.; OKE, S. A. A multi-criteria decision-making framework for selecting a suitable maintenance strategy for public buildings using sustainability criteria. **Journal of Building Engineering**, v. 24, n. March, p. 100753, 2019.
- ICOM-CC. **Preventive Conservation Working Group**, 2019.

- ICOMOS. **Carta de Veneza**, 1964. Disponível em:
<<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/226/>> Acesso em: 23 de maio de 2020.
- _____. **Carta de Washington**, 1987. Disponível em:
<<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/226/>> Acesso em: 23 de maio de 2020.
- _____. **Heritage at risk: World Report 2015-2015 on Monuments and Sites in Danger**. 2016.
- _____. **Principles for the analysis, conservation and structural restoration of architectural heritage**. ICOMOS 14th General Assembly in Victoria Falls. **Anais...Zimbabwe: 2003**
- _____. **Recomendações para a análise, conservação e restauro estrutural do património arquitectónico**, 2006. Disponível em:
<<http://icomos.fa.utl.pt/documentos/cartasdoutrina/icomosrecomendacoesestruturas.pdf>>
Acesso em: 22 jan. 2020.
- _____. **The Future of our Pasts: Engaging cultural heritage in climate action**. **International Council on Monuments and Sites**, p. 96, 2019.
- ICCROM. **A guide to risk management of cultural heritage**. ICCROM-ATHAR, 2016.
- IDRUS, A.; FADHIL NURUDDIN, M.; ROHMAN, M. A. Development of project cost contingency estimation model using risk analysis and fuzzy expert system. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 3, p. 1501–1508, 2011.
- IPHAN. **Carta de Petrópolis**, 1987. Disponível em:
<<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/226/>> Acesso em: 23 de maio de 2020.
- _____. **Volume 2 - Estudo para tombamento do conjunto urbanístico da cidade de Sobral-Ceará**, 1998a.
- _____. **Volume 3 - Estudo para tombamento do conjunto urbanístico da cidade de Sobral-Ceará**, 1998b.
- _____. **Volume 1 - Estudo para tombamento do conjunto urbanístico da cidade de Sobral-Ceará**. Sobral, 1998c.
- _____. **Manual de intervenção em jardins históricos**. 1999.
- _____. **Portaria nº299, de 6 de julho de 2004 - Preservação de sítios históricos urbanos**, 2004.
- _____. **Portaria nº 420, de 22 de dezembro de 2010 - Procedimentos para realização de intervenções em bens edificados tombados e nas respectivas áreas de entorno**, 2010.
- _____. **Portaria nº 375 de 19 de Setembro de 2018 - Política de Patrimônio Cultural Material**, 2018. Disponível em:
<http://acesso.iphan.gov_br/cprod/termoAberturaj> Acesso em: 9 jul. 2020.
- _____. **Patrimônio Cultural**. Disponível em:
<<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/218/>>. Acesso em: 9 jul. 2020.
- IV SEMANA DO PATRIMÔNIO CULTURAL DE SOBRAL... **Prefeitura de Sobral**, Sobral, 12 de novembro 2019. Disponível em: <<http://www.sobral.ce.gov.br/informes/>>

principais/iv-semana-do-patrimonio-cultural-de-sobral-acontece-de-26-a-29-de-novembro>
Acesso em: 17 de janeiro de 2020.

JAJAC, N.; ROGULJ, K.; RADNIĆ, J. Selection of the Method for Rehabilitation of Historic Bridges—A Decision Support Concept for the Planning of Rehabilitation Projects. **International Journal of Architectural Heritage**, v. 11, n. 2, p. 261–277, 2017.

KARLIN, S., STUDDEN, W. . **Tchebycheff systems: with applications in analysis and statistics**. Nova York: Interscience Publishers., 1966.

KASSEM, M. M.; NAZRI, F. M.; FARSANGI, E. N. The seismic vulnerability assessment methodologies: A state-of-the-art review. **Ain Shams Engineering Journal**, 2020.

KAYAN, B. A. Green maintenance for heritage buildings: paint repair appraisal. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, v. 35, n. 1, p. 63–89, 2017.

KAYAN, B. A. Sustainable built heritage: maintenance management appraisal approach. **Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development**, vol. 9 n. 3, pp. 266-281., 2019.

KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decision with multiple objectives: preferences and value trade-offs**. New York: John Wiley & Sons, 1979.

KLIR, G. J.; YUAN, B. **Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and applications**. 1st. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1995.

KÖKSALAN, M. M.; WALLENIS, J.; ZIONTS, S. **Multiple criteria decision making: from early history to the 21st century**. Singapore; Hackensack, NJ: World Scientific, 2011.

KOSTOF, S. **The City Shaped: Urban Patterns and Meanings Through History**. 1ed. Little, Brown and Company, 1991.

KRUSCHKE, J. **Doing Bayesian data analysis: A tutorial with R, JAGS, and Stan**. Academic Press. 2014.

KUTUT, V.; ZAVADSKAS, E. K.; LAZAUSKAS, M. Assessment of priority options for preservation of historic city centre buildings using MCDM (ARAS). **Procedia Engineering**, v. 57, p. 657–661, 2013.

LIANG, F.; BRUNELLI, M.; REZAEI, J. Consistency issues in the best worst method: Measurements and thresholds. **Omega (United Kingdom)**, vol. 96. 2020.

LU, J. et al. **Multi-Objective Group Decision Making: Methods, Software and Applications With Fuzzy Set Techniques**. London: Imperial College Press. 2007.

MA, H.; LI, S.; CHAN, C. S. Analytic Hierarchy Process (AHP)-based assessment of the value of non-World Heritage Tulou: A case study of Pinghe County, Fujian Province. **Tourism Management Perspectives**, v. 26, n. August 2017, p. 67–77, 2018.

MARDANI, A.; JUSOH, A.; ZAVADSKAS, E. K. Fuzzy multiple criteria decision-making techniques and applications - Two decades review from 1994 to 2014. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 8, 2015.

MATLAB M. **The language of technical computing - v. 2018a**. The MathWorks, Inc, 2018. Disponível em: <<http://www.mathworks.com>>. Acesso em 18 de outubro de 2018.

- MERIGO J.M, CASANOVAS M.. Induced and uncertain heavy OWA operators. **Computers and Industrial Engineering** v. 60: p.106–116. 2011.
- MOHAMMADI, M.; REZAEI, J. Bayesian best-worst method: A probabilistic group decision making model. **Omega (United Kingdom)**, n. June, 2019.
- MOHD-ISA, A. F.; ZAINAL-ABIDIN, Z.; HASHIM, A. E. Built heritage maintenance: A Malaysian perspectives. **Procedia Engineering**. vol. 20, n. , 213-221. 2011
- MORAIS, G. A. T. DE; JÚNIOR, A. C. L. Building maintenance management activities in a public institution. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 26, n. 1, p. 85–103, 2019.
- MORKŪNAITĒ, Ž.; KALIBATAS, D.; KALIBATIENĒ, D. A bibliometric data analysis of multi-criteria decision making methods in heritage buildings. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 25, n. 2, p. 76–99, 2019.
- MORKUNAITE, Ž.; PODVEZKO, V.; KUTUT, V. **Selection Criteria for Evaluating Contractors of Cultural Heritage Objects**. Procedia Engineering. **Anais...2017**
- MOTA, L.; GADELHA, A.; MESQUITA, E. **Método simplificado de avaliação da vulnerabilidade estrutural de construções históricas**. XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas. **Anais...** 2017.
- MOTA, P.; CAMPOS, A. R.; NEVES-SILVA, R. First Look at MCDM: Choosing a Decision Method. **Advances in Smart Systems Research**, v. 3, n. 2, p. 25–30, 2013.
- NASCIMENTO, J. C. DO. **Re-descobriram o Ceará? Representações dos sítios históricos de Icó e Sobral: entre areal e patrimônio nacional**. Salvador: EDUFBA: PPGAU, 2013.
- NESTICÒ, A.; MORANO, P.; SICA, F. A model to support the public administration decisions for the investments selection on historic buildings. **Journal of Cultural Heritage**, v. 33, n. 2018, p. 201–207, 2018.
- NESTICÒ, A.; SOMMA, P. Comparative analysis of multi-criteria methods for the enhancement of historical buildings. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 17, 2019.
- NOBREGA, P. G. B.; NOBREGA, S. H. S. Perigo Sísmico No Brasil E a Responsabilidade Da Engenharia De Estruturas. **Holos**, v. 4, p. 162, 2016.
- OEA. Organização dos Estados Americanos. **Normas de Quito**. 1967.
- OLIMPIO, L. C. M.; CAMPOS, V. R.; MESQUITA, E. F. T. **Modelo Para Priorização Da Manutenção Preventiva Em Patrimônios Históricos Edificados: Caso Da Cidade De Sobral-Ce**. Congresso Brasileiro de Patologia das Construções. **Anais...**Fortaleza: 2020
- OMRANI, H.; ALIZADEH, A.; AMINI, M. A new approach based on BWM and MULTIMOORA methods for calculating semi-human development index: An application for provinces of Iran. **Socio-Economic Planning Sciences**, vol. 70, n. 2020.
- OPPIO, A. et al. Giving space to multicriteria analysis for complex cultural heritage systems: The case of the castles in Valle D’Aosta Region, Italy. **Journal of Cultural Heritage**, v. 16, n. 6, p. 779–789, 2015.

- OPRICOVIC, S. **Multicriteria optimization of civil engineering systems**. 306p. Tese (Pós-Doutorado em Engenharia Civil) Faculty of Civil Engineering. University of Belgrade. Belgrade. 1998.
- ORTIZ, P. et al. Approach to environmental risk analysis for the main monuments in a historical city. **Journal of Cultural Heritage**, v. 15, n. 4, p. 432–440, 2014.
- ORTIZ, R.; ORTIZ, P. Vulnerability Index : A New Approach for Preventive Conservation of Monuments Vulnerability Index **International Journal of Architectural Heritage**, v. 10, n. 8, p. 1078–1100, 2016.
- PERNG, Y. H.; JUAN, Y. K.; HSU, H. S. Genetic algorithm-based decision support for the restoration budget allocation of historical buildings. **Building and Environment**, 2007.
- PESTANA, T. Sobre o tema da gestão do patrimônio cultural. p. 2–20, 2009. Disponível em:
<http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/150812_Sobre_a_gestao_do_patrimonio_cultural_Til_Pestana_DAF.pdf> Acesso em: 04 de junho 2020.
- PETZET, M. Principles of preservation: An introduction to the International Charters for Conservation and Restoration 40 years after the Venice Charter. **International Charters for Conservation and Restoration. Monuments & Sites**, p. 7–29, 2004.
- PIÑERO, I. et al. Multi-criteria decision-making for grading the rehabilitation of heritage sites. Application in the historic center of La Habana. **Journal of Cultural Heritage**, v. 26, p. 144–152, 2017.
- PLUMMER, M. **Jags: Just another gibbs sampler**, 2004.
- POLÍCIA FEDERAL. **PF conclui investigação sobre incêndio que destruiu o Museu Nacional**. Disponível em: <<http://www.pf.gov.br/imprensa/noticias/2020/07-noticias-de-julho-de-2020/pf-conclui-investigacao-sobre-o-incendio-que-destruiu-o-museu-nacional>>. Acesso em: 5 de out. 2020.
- PORTELA, M. L. B. **Preservação e desenvolvimento: a dinâmica sócio-econômica do sítio histórico de Sobral/CE**. 229p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Departamento em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2018.
- PRIETO, A. J. et al. Fuzzy Decision-Support System for Safeguarding Tangible and Intangible Cultural Heritage. **Sustainability**, v. 11, n. 3953, p. 1–12, 2019a.
- PRIETO, A. J. et al. Impact of Maintenance , Rehabilitation , and Other Interventions on Functionality of Heritage Buildings. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 33, n. 2, 2019b.
- RAJU, K. S.; KUMAR, D. M. **Multicriterion analysis in engineering and management**. 1. ed. New Delhi. PHI Learning Private Limited, 2013.
- REZAEI, J. Best-worst multi-criteria decision-making method. **Omega (United Kingdom)**, v. 53, p. 49–57, 2015.
- REZAEI, J. Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. **Omega (United Kingdom)**, v. 64, p. 126–130, 2016.

- RIBEIRO, S. **Brasília: memória, cidadania e gestão do patrimônio cultural**. São Paulo: Annablume, 2005.
- RIBERA, F. et al. A multicriteria approach to identify the Highest and Best Use for historical buildings. **Journal of Cultural Heritage**, 2019.
- ROCHA, H. DE V. **Contribuição para o estudo do desenho urbano de Sobral: século XIX**. 335p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2017.
- ROY, B. **Multicriteria methodology for decision aiding**. Boston: Springer, 1996.
- ROY, N. VAN; VERSTRYNGE, E. Implementation of maintenance systems: Identification of maintenance practices within the Monumentenwacht model in Belgium. In: **Innovative Built Heritage Models: Reflections on Cultural Heritage Theories and Practices**. 2018.
- RSTUDIO, Team. **RStudio: Integrated Development for R**. 2020.
- RUIZ-JARAMILLO, J. et al. Heritage risk index: A multi-criteria decision-making tool to prioritize municipal historic preservation projects. **Frontiers of Architectural Research**, vol. 9. n. 2 , p 403-418, 2019.
- SAATY, T. **The analytic hierarchy process**. New York: McGraw-Hill, 1980.
- SABAEI, D.; ERKOYUNCU, J.; ROY, R. A review of multi-criteria decision making methods for enhanced maintenance delivery. **Procedia CIRP**, v. 37, p. 30–35, 2015.
- SANT ANNA, M. **Termo de referencia para desenvolvimento dos estudos de tombamento em Sobral-CE**. Fortaleza: IPHAN, 1996.
- SENGE-RJ. **Era uma tragédia anunciada por anos de desinvestimento**. Disponível em: <<https://www.sengerj.org.br/posts/era-uma-tragedia-anunciada-por-anos-de-desinvestimento-afirma-professora-do-museu-nacional>>. Acesso em: 4 de out. 2020.
- SEELEY, I. H. **Building Maintainance**. 2nd editio ed. New York: Palgrave, 2003.
- SEUMA. **Plano de Elaboração do Zoneamento Urbano de Sobral - - Caderno 02 - Diagnostico**. Caderno 02 - Diagnostico, 2020a.
- _____. **Plano de Elaboração do Zoneamento Urbano de Sobral - - Caderno 03 - Proposta**. Caderno 03 - Proposta, 2020b.
- SHAFIEE, M. Maintenance strategy selection problem : an MCDM overview. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 21, n. 4, 2015.
- SOBRAL. **Lei nº 019 de 07 de agosto 1995 - Tombamento e Preservação do Patrimônio Cultural**, 1995.
- _____. **Plano Diretor Participativo de Sobral**, 2008.
- _____. **Lei 1697 - Conselho municipal do patrimônio cultural**. Sobral, 2017.
- _____. **Lei Complementar nº 60, de 18 de Julho 2018. - Parcelamento e Uso do Solo**, 2018.
- _____. **Relatório do Processo Participativo - Produto 03**. 2020a.

_____. **Plano Diretor Participativo - Plano de Trabalho e Metodologia - Produto 1**, 2020b. Disponível em: <<https://www.revisaopdsobral.com.br/plano-de-trabalho-e-metodologia>> Acesso em: 05 de junho 2020.

_____. **Tomada de Preços N° 027/2020 – SEUMA/CPL**. 2020c. Disponível em: <<http://licitacoes.sobral.ce.gov.br/arquivo/edital/licitacao:900>> Acesso em: 6 de junho de 2020.

SUHAN, A. Financing Italy's cultural heritage sites. **Ge-Conservacion**, v. 1, n. 11, p. 202–207, 2017.

TAROUN, A.; YANG, J. B.; LOWE, D. Construction Risk Modelling and Assessment : Insights from a Literature Review. **The Built & Human Environment Review**, v. 4, n. 1, p. 87–97, 2011.

TRENTIN, P. O patrimônio cultural edificado e sua gestão. A preservação e conservação do patrimônio histórico na cidade moderna. **Drops**, v. 12, n. 5, ago. 2005.

TURSKIS, Z.; MORKUNAITE, Z.; KUTUT, V. A hybrid multiple criteria evaluation method of ranking of cultural heritage structures for renovation projects. **International Journal of Strategic Property Management**, v. 21, n. 3, p. 318–329, 2017.

TURSKIS, Z.; ZAVADSKAS, E. K.; KUTUT, V. A model based on ARAS-G and AHP methods for multiple criteria prioritizing of heritage value. **International Journal of Information Technology and Decision Making**, v. 12, n. 1, p. 45–73, 2013.

TZENG, G. H.; HUANG, J. J. **Multiple attribute decision making: methods and applications**. CRC press, 2011.

UNESCO. **Carta de Atenas**, 1931.

_____. **Basic texts of 1972 world heritage convention** *Refugee Survey Quarterly*. 1972.

_____. **Recomendação de Nairobi**, 1976.

_____. **Conferência de Nara**, 1994.

_____. **Managing Tourism at World Heritage Sites: a practical manual for world heritage site managers**. 2002.

_____. **Gestão do patrimônio mundial cultural: Manual de referência**. Brasília: 2016.

_____. **Heritage in danger**. Disponível em: <<https://whc.unesco.org/en/danger/>>. Acesso em: 5 out. 2020.

VAN DELFT, A.; NIJKAMP, P. The use of hierarchical optimization criteria in regional planning. **Journal of Regional Science**, v. 17, n. 2, p. 195–205, 1977.

VAN ROY, N.; VERSTRYNGE, E.; VAN BALEN, K. A preventive conservation approach for historical timber roof structures. **Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development**, v. 8, n. 2, p. 82–94, 2018.

VECCO, M. A definition of cultural heritage: From the tangible to the intangible. **Journal of Cultural Heritage**, v. 11, n. 3, p. 321–324, 2010.

VICENTE, R. DA S. **Estratégias e metodologias para intervenções de reabilitação urbana: Avaliação da vulnerabilidade e do risco sísmico do edificado**. 617p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro. 2008.

VLIRCPM. **Ciudad Patrimonio Mundial – an institutional cooperation with the Universidad de Cuenca in Ecuador**. KU Leaven, 7 de maio de 2017. Disponível em: <<https://set.kuleuven.be/rlicc/research/research-projects/vlircpm>> Acesso em: 20 de maio de 2020.

VODOPIVEC, B. et al. Renovation priority ranking by multi-criteria assessment of architectural heritage: the case of castles. **International Journal of Strategic Property Management**, v. 18, n. 1, p. 88–100, 2014.

WANG, H.; ZENG, Z. Expert Systems with Applications A multi-objective decision-making process for reuse selection of historic buildings. **Expert Systems With Applications**, v. 37, n. 2, p. 1241–1249, 2010.

WARREN, J. Conservation of structure in historic buildings. **Journal of Architectural Conservation**, v. 10, n. 2, p. 39–49, 2004.

XU, Z. S.; DA, Q. L. An Overview of Operators for Aggregating Information. **International Journal of Intelligent Systems**, v. 18, n. 9, p. 953-969, 2003.

YAGER, R. R. Categorization in multi-criteria decision making. **Information Sciences**, v. 460–461, p. 416–423, 2018.

YAU, Y. Multi-criteria decision making for urban built heritage conservation: Application of the analytic hierarchy process. **Journal of Building Appraisal**, v. 4, n. 3, p. 191–205, 2009.

YU, P. L. A class of solutions for group decision problems. **Management Science**, v. 19, n. 8, p. 936–946, 1973.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and Control**, v. 8, n. 3, p. 338–353, 1965.

ZAVADSKAS, E. K. et al. Integrated group fuzzy multi-criteria model: Case of facilities management strategy selection. **Expert Systems with Applications**, v. 82, p. 317–331, 2017.

ZAVADSKAS, E. K.; TURSKIS, Z.; KILDIENĖ, S. State of Art Surveys of Overviews on Mcdm/Madm Methods. **Technological and Economic Development of Economy**, v. 20, n. 1, p. 165–179, 2014.

ZELENY, M. **Multi criteria decision making**. New York: McGraw-Hills, 1982.

APÊNDICE A – Síntese de algumas cartas patrimoniais e resoluções

Outubro, 1931	Carta de Atenas	Declarava os princípios e proteção dos valores arquitetônicos das cidades antigas
Maio, 1954	Convenção de Haia - UNESCO	Convenção sobre a proteção dos bens culturais em caso de conflito armado
Dezembro, 1954	Convenção de Paris – Conselho da Europa	Proteção da beleza e do caráter das paisagens e sítios
Maio, 1964	Carta de Veneza - UNESCO	Convenção sobre o restauro de monumentos e sítios
Dezembro, 1967	Normas de Quito	Conservação e utilização de monumentos e sítios de interesse histórico e artístico
Novembro, 1968	Recomendação de Paris	Conservação dos bens culturais ameaçados pela execução de obras.
Abril, 1970	Compromisso de Brasília	I Encontro dos governadores de estado, secretários estaduais da área cultural, municípios e presidentes e representantes de instituições do Brasil.
Outubro, 1971	Compromisso de Salvador	II Encontro de governadores para a preservação do patrimônio histórico, artístico, arqueológico e natural do Brasil
Abril, 1972	Carta do Restauro	Promovida pelo governo da Itália
Novembro, 1972	Convenção de Paris - UNESCO	Proteção do patrimônio mundial cultural e natural
Dezembro, 1974	Resolução de S. Domingos	I Seminário Inter Americano sobre as experiências na conservação e restauro do patrimônio monumental dos períodos colonial e republicano
Outubro, 1975	Declaração de Amsterdã – Conselho da Europa	Carta europeia do patrimônio arquitetônico
Novembro, 1976	ICOMOS	Recomendação sobre o turismo cultural
Novembro, 1976	Recomendação de Nairóbi - UNESCO	Proteção dos conjuntos arquitetônicos e tradicionais e seu papel na vida contemporânea
1976	Apelo de Granada – Conselho da Europa	A arquitetura rural no arranjo do território
Dezembro, 1977	Carta de Machu Picchu	Encontro internacional de arquitetos
1980	Carta de Burra – ICOMOS Austrália	Conservação de lugares de significado cultural
Maio, 1981	Carta de Florença – ICOMOS	Carta sobre a proteção dos jardins e sítios históricos
Maio, 1982	Declaração de Nairóbi	Assembleia Mundial dos Estados
Outubro, 1982	Declaração de Tlaxcala/México	III Colóquio Interamericano sobre a conservação do patrimônio monumental
1982	Declaração do México - ICOMOS	Conferência Mundial sobre as políticas culturais
Novembro, 1983	Resolução 813 – Conselho da Europa	Sobre arquitetura contemporânea
Outubro, 1985	Convenção de Granada, Conselho da Europa	Proteção do patrimônio arquitetônico europeu
Outubro, 1986	Carta de Washington - ICOMOS	Carta internacional para proteção das cidades históricas
1987	Carta de Petrópolis	I Seminário Brasileiro para a preservação e revitalização dos centros históricos
Novembro, 1989	Recomendação de País - UNESCO	Recomendação sobre a Salvaguarda da Cultura Tradicional e Popular.
Novembro, 1994	Carta de Nara	Conferência sobre a autenticidade em relação a convenção do patrimônio mundial
1995	Carta de Brasília	Documento do Cone Sul sobre Autenticidade.
2000	Carta de Cracóvia	Atualização e redefinição das orientações e definição de novas classes do patrimônio edificado
Outubro, 2003	Recomendação de Paris	32ª Sessão da Conferência Geral das Nações Unidas
Setembro, 2006	Linee Guida	Documento que traça orientação sobre a análise de segurança estrutural em patrimônios históricos
Dezembro, 2009	Carta de Nova Olinda	Documento final do I Seminário de Avaliação e Planejamento das Casas do Patrimônio.
Julho, 2010	Carta de Brasília	Fórum Juvenil de Patrimônio Mundial acerca da proteção e promoção do Patrimônio Mundial
Outubro, 2010	Carta dos Jardins Históricos Brasileiros (Carta de Juiz de Fora)	Estabelece definições, diretrizes e critérios para a defesa e salvaguarda dos jardins históricos brasileiros.

APÊNDICE B – Índices de vulnerabilidade *fuzzy*

1 – HOSPITAL SANTA CASA											
Ps	CLASSE				Pi	Ci x Pi	GC	Incerteza	a1	a2	a3
1. Geometria e aberturas											
P1	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
P2	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25
P3	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
2. Materiais, estado de degradação											
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00
P6	0	5	20	50	0.75	3.75	E	5%	3.56	3.75	3.94
3. Ligação a outros elementos estruturais											
P7	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
P9	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
4. Elementos ligados à fachada											
P10	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
Índice final =					36.25		$\Sigma i/n$		$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
							6.50%		34.19	36.25	38.31

2 - TEATRO SÃO JOÃO											
Ps	CLASSE				Pi	Ci x Pi	GC	Incerteza	a1	a2	a3
1. Geometria e aberturas											
P1	0	5	20	50	0.50	10	E	5%	9.50	10.00	10.50
P2	0	5	20	50	0.50	10	E	5%	9.50	10.00	10.50
P3	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
2. Materiais, estado de degradação											
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00
P6	0	5	20	50	0.75	3.75	E	5%	3.56	3.75	3.94
3. Ligação a outros elementos estruturais											
P7	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
P9	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
4. Elementos ligados à fachada											
P10	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
Índice final =					36.25		$\Sigma i/n$		$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
							6.50%		34.19	36.25	38.31

3 – MUSEU DOM JOSÉ											
Ps	CLASSE				Pi	Ci x Pi	GC	Incerteza	a1	a2	a3
1. Geometria e aberturas											
P1	0	5	20	50	0.50	10	E	5%	9.50	10.00	10.50
P2	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25
P3	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
2. Materiais, estado de degradação											
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00
P6	0	5	20	50	0.75	3.75	E	5%	3.56	3.75	3.94
3. Ligação a outros elementos estruturais											
P7	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
P9	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
4. Elementos ligados à fachada											
P10	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
Índice final =					48.75		$\Sigma i/n$		$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
							6.50%		46.06	48.75	51.44

4 - CASA DE CULTURA											
Ps	CLASSE				Pi	Ci x Pi	GC	Incerteza	a1	a2	a3
1. Geometria e aberturas											
P1	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
P2	0	5	20	50	0.50	10	E	5%	9.50	10.00	10.50
P3	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
2. Materiais, estado de degradação											
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00
P6	0	5	20	50	0.75	3.75	E	5%	3.56	3.75	3.94
3. Ligação a outros elementos estruturais											
P7	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
P9	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
4. Elementos ligados à fachada											
P10	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25
Índice final =					68.75			$\Sigma i/n$	$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
								6.50%	65.06	68.75	72.44

5 - IGREJA DO ROSÁRIO											
Ps	CLASSE				Pi	Ci x Pi	GC	Incerteza	a1	a2	a3
1. Geometria e aberturas											
P1	0	5	20	50	0.50	10	E	5%	9.50	10.00	10.50
P2	0	5	20	50	0.50	10	E	5%	9.50	10.00	10.50
P3	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
2. Materiais, estado de degradação											
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00
P6	0	5	20	50	0.75	3.75	E	5%	3.56	3.75	3.94
3. Ligação a outros elementos estruturais											
P7	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
P9	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
4. Elementos ligados à fachada											
P10	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
Índice final =					28.75			$\Sigma i/n$	$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
								6.50%	27.06	28.75	30.44

6 - COLÉGIO SANT ANNA											
Ps	CLASSE				Pi	Ci x Pi	GC	Incerteza	a1	a2	a3
1. Geometria e aberturas											
P1	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P2	0	5	20	50	0.50	10	E	5%	9.50	10.00	10.50
P3	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
2. Materiais, estado de degradação											
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00
P6	0	5	20	50	0.75	3.75	E	5%	3.56	3.75	3.94
3. Ligação a outros elementos estruturais											
P7	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
P9	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
4. Elementos ligados à fachada											
P10	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25
Índice final =					48.75			$\Sigma i/n$	$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
								6.50%	46.06	48.75	51.44

7 - IGREJA SÃO FRANCISCO											
Ps	CLASSE				Pi	Ci x Pi	GC	Incerteza	a1	a2	a3
1. Geometria e aberturas											
P1	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25
P2	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25
P3	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
2. Materiais, estado de degradação											
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00
P6	0	5	20	50	0.75	3.75	E	5%	3.56	3.75	3.94
3. Ligação a outros elementos estruturais											
P7	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
P9	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
4. Elementos ligados à fachada											
P10	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
Índice final =					58.75			$\Sigma i/n$	$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
								6.50%	55.56	58.75	61.94

8 - CENTRO DE LINGUAS											
Ps	CLASSE				Pi	Ci x Pi	GC	Incerteza	a1	a2	a3
1. Geometria e aberturas											
P1	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P2	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25
P3	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
2. Materiais, estado de degradação											
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00
P6	0	5	20	50	0.75	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
3. Ligação a outros elementos estruturais											
P7	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
P9	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
4. Elementos ligados à fachada											
P10	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
Índice final =					37.5			$\Sigma i/n$	$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
								6.50%	35.38	37.50	39.63

9 - SOBRADO RADIER											
Ps	CLASSE				Pi	Ci x Pi	GC	Incerteza	a1	a2	a3
1. Geometria e aberturas											
P1	0	5	20	50	0.50	10	E	5%	9.50	10.00	10.50
P2	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P3	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
2. Materiais, estado de degradação											
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00
P6	0	5	20	50	0.75	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
3. Ligação a outros elementos estruturais											
P7	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
P9	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
4. Elementos ligados à fachada											
P10	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25
Índice final =					45			$\Sigma i/n$	$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
								6.50%	42.50	45.00	47.50

10 - ACADEMIA SOBRALENSE DE LETRAS											
Ps	CLASSE				Pi	Ci x Pi	GC	Incerteza	a1	a2	a3
1. Geometria e aberturas											
P1	0	5	20	50	0.50	10	E	5%	9.50	10.00	10.50
P2	0	5	20	50	0.50	10	E	5%	9.50	10.00	10.50
P3	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
2. Materiais, estado de degradação											
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00
P6	0	5	20	50	0.75	3.75	E	5%	3.56	3.75	3.94
3. Ligação a outros elementos estruturais											
P7	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
P9	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
4. Elementos ligados à fachada											
P10	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
Índice final =					33.75			$\Sigma i/n$	$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
								6.50%	31.81	33.75	35.69

11 - CASA TAVARES											
Ps	CLASSE				Pi	Ci x Pi	GC	Incerteza	a1	a2	a3
1. Geometria e aberturas											
P1	0	5	20	50	0.50	10	E	5%	9.50	10.00	10.50
P2	0	5	20	50	0.50	10	E	5%	9.50	10.00	10.50
P3	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
2. Materiais, estado de degradação											
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00
P6	0	5	20	50	0.75	3.75	E	5%	3.56	3.75	3.94
3. Ligação a outros elementos estruturais											
P7	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
P9	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
4. Elementos ligados à fachada											
P10	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25
Índice final =					58.75			$\Sigma i/n$	$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
								6.50%	55.56	58.75	61.94

12 - IGREJA MENINO DEUS											
Ps	CLASSE				Pi	Ci x Pi	GC	Incerteza	a1	a2	a3
1. Geometria e aberturas											
P1	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25
P2	0	5	20	50	0.50	10	E	5%	9.50	10.00	10.50
P3	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
2. Materiais, estado de degradação											
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00
P6	0	5	20	50	0.75	3.75	E	5%	3.56	3.75	3.94
3. Ligação a outros elementos estruturais											
P7	0	5	20	50	0.50	10	E	5%	9.50	10.00	10.50
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
P9	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
4. Elementos ligados à fachada											
P10	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25
Índice final =					78.75			$\Sigma i/n$	$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
								6.50%	74.56	78.75	82.94

13 - CASA MONT'ALVERNE											
Ps	CLASSE				Pi	Ci x Pi	GC	Incerteza	a1	a2	a3
1. Geometria e aberturas											
P1	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P2	0	5	20	50	0.50	10	E	5%	9.50	10.00	10.50
P3	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
2. Materiais, estado de degradação											
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00
P6	0	5	20	50	0.75	15	E	5%	14.25	15.00	15.75
3. Ligação a outros elementos estruturais											
P7	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
P9	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
4. Elementos ligados à fachada											
P10	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25
Índice final =					60		$\Sigma i/n$		$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
							6.50%		56.75	60.00	63.25

14 - CÂMARA MUNICIPAL											
Ps	CLASSE				Pi	Ci x Pi	GC	Incerteza	a1	a2	a3
1. Geometria e aberturas											
P1	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
P2	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P3	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
2. Materiais, estado de degradação											
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00
P6	0	5	20	50	0.75	3.75	E	5%	3.56	3.75	3.94
3. Ligação a outros elementos estruturais											
P7	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
P9	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
4. Elementos ligados à fachada											
P10	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25
Índice final =					38.75		$\Sigma i/n$		$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
							6.50%		36.56	38.75	40.94

15 - IGREJA DA SÉ											
Ps	CLASSE				Pi	Ci x Pi	GC	Incerteza	a1	a2	a3
1. Geometria e aberturas											
P1	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25
P2	0	5	20	50	0.50	10	E	5%	9.50	10.00	10.50
P3	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
2. Materiais, estado de degradação											
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00
P6	0	5	20	50	0.75	3.75	E	5%	3.56	3.75	3.94
3. Ligação a outros elementos estruturais											
P7	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
P9	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
4. Elementos ligados à fachada											
P10	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25
Índice final =					71.25		$\Sigma i/n$		$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
							6.50%		67.44	71.25	75.06

16 - IGREJA DE NOSSA SENHORA DAS DORES												
Ps	CLASSE				Pi	Ci x Pi	GC	Incerteza	a1	a2	a3	
1. Geometria e aberturas												
P1	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25	
P2	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25	
P3	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00	
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00	
2. Materiais, estado de degradação												
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00	
P6	0	5	20	50	0.75	3.75	E	5%	3.56	3.75	3.94	
3. Ligação a outros elementos estruturais												
P7	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00	
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75	
P9	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75	
4. Elementos ligados à fachada												
P10	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00	
Índice final =								58.75	$\Sigma i/n$	$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
								6.50%	55.56	58.75	61.94	

17 - ECCOA												
Ps	CLASSE				Pi	Ci x Pi	GC	Incerteza	a1	a2	a3	
1. Geometria e aberturas												
P1	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00	
P2	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63	
P3	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00	
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00	
2. Materiais, estado de degradação												
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00	
P6	0	5	20	50	0.75	3.75	E	5%	3.56	3.75	3.94	
3. Ligação a outros elementos estruturais												
P7	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63	
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75	
P9	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75	
4. Elementos ligados à fachada												
P10	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00	
Índice final =								13.75	$\Sigma i/n$	$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
								6.50%	12.81	13.75	14.69	

18 - PATRONATO												
Ps	CLASSE				Pi	Ci x Pi	GC	Incerteza	a1	a2	a3	
1. Geometria e aberturas												
P1	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00	
P2	0	5	20	50	0.50	10	E	5%	9.50	10.00	10.50	
P3	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00	
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00	
2. Materiais, estado de degradação												
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00	
P6	0	5	20	50	0.75	3.75	E	5%	3.56	3.75	3.94	
3. Ligação a outros elementos estruturais												
P7	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63	
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75	
P9	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75	
4. Elementos ligados à fachada												
P10	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00	
Índice final =								21.25	$\Sigma i/n$	$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
								6.50%	19.94	21.25	22.56	

19 - IGREJA NOSSA SENHORA DO PATROCÍNIO											
P _s	CLASSE				P _i	C _i x P _i	GC	Incerteza	a1	a2	a3
1. Geometria e aberturas											
P1	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
P2	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25
P3	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
2. Materiais, estado de degradação											
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00
P6	0	5	20	50	0.75	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
3. Ligação a outros elementos estruturais											
P7	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
P9	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
4. Elementos ligados à fachada											
P10	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
Índice final =					32.5			$\Sigma i/n$	$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
								6.50%	30.63	32.50	34.38

20 - ESTAÇÃO FERROVIÁRIA DE SOBRAL											
P _s	CLASSE				P _i	C _i x P _i	GC	Incerteza	a1	a2	a3
1. Geometria e aberturas											
P1	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
P2	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25
P3	0	5	20	50	0.50	2.5	E	5%	2.38	2.50	2.63
P4	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
2. Materiais, estado de degradação											
P5	0	5	20	50	0.75	0	M	10%	0.00	0.00	0.00
P6	0	5	20	50	0.75	15	E	5%	14.25	15.00	15.75
3. Ligação a outros elementos estruturais											
P7	0	5	20	50	0.50	25	E	5%	23.75	25.00	26.25
P8	0	5	20	50	0.50	2.5	M	10%	2.25	2.50	2.75
P9	0	5	20	50	0.50	25	M	10%	22.50	25.00	27.50
4. Elementos ligados à fachada											
P10	0	5	20	50	0.50	0	E	5%	0.00	0.00	0.00
Índice final =					95			$\Sigma i/n$	$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
								6.50%	88.88	95.00	101.13

SOMATÓRIO DOS PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO								a1	a2	a3
1. Geometria e aberturas								Σ	470.00	48.39%
P1 - Geometria da fachada								159.13	167.50	175.88
P2 - Esbelteza máxima								268.38	282.50	296.63
P3 - Área das aberturas								19.00	20.00	21.00
P4 - Desalinhamento de aberturas								0.00	0.00	0.00
2. Materiais, estado de degradação								Σ	86.25	8.88%
P5 - Qualidade dos materiais								0.00	0.00	0.00
P6 - Estado de conservação								81.94	86.25	90.56
3. Ligação a outros elementos estruturais								Σ	210.00	21.62%
P7 - Eficiência da ligação às paredes ortogonais								83.13	87.50	91.88
P8 - Ligação aos diafragmas horizontais e coberturas								45.00	50.00	55.00
P9 - Impulsos da cobertura								65.25	72.50	79.75
4. Elementos ligados à fachada								Σ	205.00	21.11%
P10 - Elementos não-estruturais								194.75	205.00	215.25
								$\Sigma a1$	$\Sigma a2$	$\Sigma a3$
								916.56	971.25	1025.94

APÊNDICE C – A.S. Método BBW – Hierarquia de aplicação 1

	Crit	CASO	R				AS1	R1				AS2	R2				AS3	R3			
	VUL	0.4734	1	Pesos e Hierarquia Final			0.4397	1	Análise de Sensibilidade 1			0.3875	2	Análise de Sensibilidade 2			0.3572	2	Análise de Sensibilidade 3		
	SIG	0.3945	2				0.3996	2				0.4176	1				0.4057	1			
	POT	0.1681	3				0.1606	3				0.1948	3				0.2371	3			
	Scrit	CASO*	R*	CASO	R	R*-R	AS1*	R1*	AS1	R1	R*-R	AS2*	R2*	AS2	R2	R*-R	AS3*	R3*	AS3	R3	R*-R
VUL	MAT	0.2463	7	0.1166	5	2	0.2557	7	0.1124	5	2	0.2467	6	0.0956	4	2	0.1388	9	0.0496	9	0
	FAC	0.4142	3	0.1961	2	1	0.4457	2	0.1960	2	0	0.4999	2	0.1937	2	0	0.5733	1	0.2048	1	0
	COB	0.3395	6	0.1607	3	3	0.2986	6	0.1313	4	2	0.2533	5	0.0982	3	2	0.2879	7	0.1028	6	1
SIG	HIST	0.3408	5	0.1344	4	1	0.3343	5	0.1336	3	2	0.2237	8	0.0934	5	3	0.3040	5	0.1233	3	2
	SOC	0.5121	1	0.2020	1	0	0.5383	1	0.2151	1	0	0.6436	1	0.2688	1	0	0.4030	3	0.1635	2	1
	ARQ	0.1472	9	0.0581	8	1	0.1274	9	0.0509	8	1	0.1327	9	0.0554	8	1	0.2930	6	0.1189	4	2
POT	TUR	0.1907	8	0.0321	9	-1	0.1923	8	0.0309	9	-1	0.2394	7	0.0466	9	-2	0.2466	8	0.0585	8	0
	REST	0.4334	2	0.0729	6	-4	0.4191	3	0.0673	6	-3	0.3358	4	0.0654	7	-3	0.3149	4	0.0747	7	-3
	USO	0.3759	4	0.0632	7	-3	0.3886	4	0.0624	7	-3	0.4248	3	0.0828	6	-3	0.4385	2	0.1040	5	-3

Dados da variação de posições em hierarquia para as análises de sensibilidade e caso da aplicação referente a ponderação de critérios do capítulo 2. São apresentados adicionalmente os rankings dos subcritérios antes da multiplicação dos pesos de suas respectivas categorias, apresentados nos três critérios, permitindo uma avaliação de sua influência nas ordens hierárquicas. Em destaque sombreado àqueles valores com maiores pesos.

APENDICE D – A.S. Método BBW – Diferenças em aplicação 1

CRIT	CASO	R	AS1	R1	R-R1	Dif%	Dif ABS	AS2	R2	R-R2	Dif%	Dif ABS	AS3	R3	R-R3	Dif%	Dif ABS
VUL	0.4734	1	0.4397	1	0	7.1%	0.034	0.3875	2	-1	18.1%	0.086	0.3572	2	-1	24.5%	0.116
SIG	0.3945	2	0.3996	2	0	-1.3%	0.005	0.4176	1	1	-5.9%	0.023	0.4057	1	1	-2.8%	0.011
POT	0.1681	3	0.1606	3	0	4.5%	0.008	0.1948	3	0	-15.9%	0.027	0.2371	3	0	-41.0%	0.069
SCRIT*	CASO*	R*	AS1*	R1*	R-R1	Dif%	0.015	AS2*	R2*	R-R2*	Dif%	0.045	AS3*	R3*	R-R3*	Dif%	0.065
SOC	0.5121	1	0.5383	1	0	-5.1%	0.026	0.6436	1	0	-25.7%	0.132	0.4030	3	-2	21.3%	0.109
REST	0.4334	2	0.4191	3	-1	3.3%	0.014	0.3358	4	-2	22.5%	0.098	0.3149	4	-2	27.3%	0.119
FAC	0.4142	3	0.4457	2	1	-7.6%	0.032	0.4999	2	1	-20.7%	0.086	0.5733	1	2	-38.4%	0.159
USO	0.3759	4	0.3886	4	0	-3.4%	0.013	0.4248	3	1	-13.0%	0.049	0.4385	2	2	-16.7%	0.063
HIST	0.3408	5	0.3343	5	0	1.9%	0.007	0.2237	8	-3	34.4%	0.117	0.3040	5	0	10.8%	0.037
COB	0.3395	6	0.2986	6	0	12.0%	0.041	0.2533	5	1	25.4%	0.086	0.2879	7	-1	15.2%	0.052
MAT	0.2463	7	0.2557	7	0	-3.8%	0.009	0.2467	6	1	-0.2%	0.000	0.1388	9	-2	43.6%	0.108
TUR	0.1907	8	0.1923	8	0	-0.8%	0.002	0.2394	7	1	-25.5%	0.049	0.2466	8	0	-29.3%	0.056
ARQ	0.1472	9	0.1274	9	0	13.5%	0.020	0.1327	9	0	9.9%	0.015	0.2930	6	3	-99.0%	0.146
média							0.018					0.070					0.094
SCRIT	CASO	R	AS1	R1	R-R1	Dif%	Dif ABS	AS2	R2	R-R2	Dif%	Dif ABS	AS3	R3	R-R3	Dif%	Dif ABS
SOC	0.2020	1	0.2151	1	0	-6.5%	0.013	0.2688	1	0	-33.0%	0.067	0.1635	2	-1	19.1%	0.039
FAC	0.1961	2	0.1960	2	0	0.1%	0.000	0.1937	2	0	1.2%	0.002	0.2048	1	1	-4.4%	0.009
COB	0.1607	3	0.1313	4	-1	18.3%	0.029	0.0982	3	0	38.9%	0.063	0.1028	6	-3	36.0%	0.058
HIST	0.1344	4	0.1336	3	1	0.6%	0.001	0.0934	5	-1	30.5%	0.041	0.1233	3	1	8.3%	0.011
MAT	0.1166	5	0.1124	5	0	3.6%	0.004	0.0956	4	1	18.0%	0.021	0.0496	9	-4	57.5%	0.067
REST	0.0729	6	0.0673	6	0	7.6%	0.006	0.0654	7	-1	10.2%	0.007	0.0747	7	-1	-2.5%	0.002
USO	0.0632	7	0.0624	7	0	1.2%	0.001	0.0828	6	1	-31.0%	0.020	0.1040	5	2	-64.5%	0.041
ARQ	0.0581	8	0.0509	8	0	12.3%	0.007	0.0554	8	0	4.6%	0.003	0.1189	4	4	-104.7%	0.061
TUR	0.0321	9	0.0309	9	0	3.7%	0.001	0.0466	9	0	-45.5%	0.015	0.0585	8	1	-82.4%	0.026
média							0.007					0.026					0.035

Ilustra as diferenças entre as análises de sensibilidade em percentagem e absolutas para os critérios e subcritérios antes e depois de multiplicados pelos pesos dos seus respectivos critérios.

APENDICE E – A.S. Método BBW – Desvios de aplicação 1

C*-AS1*-AS2*		Pesos			Posições											
Crit	R	MEDIA	DESV.M	DESV.P	MEDIA	DESV.M	DESV.P									
VUL	1	0.4335	0.0307	0.0433	1.3333	0.4444	0.5774									
SIG	2	0.4039	0.0091	0.0121	1.3333	0.4444	0.5774									
POT	3	0.1745	0.0135	0.0180	3.0000	0.0000	0.0000	C-AS1-AS2			Pesos			Posições		
Scrit	R*	MEDIA	DESV.M	DESV.P	MEDIA	DESV.M	DESV.P	Scrit	R	MEDIA	DESV.M	DESV.P	MEDIA	DESV.M	DESV.P	
SOC	1	0.5647	0.0526	0.0696	1.0000	0.0000	0.0000	SOC	1	0.2286	0.0268	0.0354	1.0000	0.0000	0.0000	
REST	2	0.3961	0.0402	0.0527	3.0000	0.6667	1.0000	FAC	2	0.1953	0.0010	0.0013	2.0000	0.0000	0.0000	
FAC	3	0.4533	0.0311	0.0433	2.3333	0.4444	0.5774	COB	3	0.1301	0.0213	0.0313	3.3333	0.4444	0.5774	
USO	4	0.3964	0.0189	0.0254	3.6667	0.44444	0.5774	HIST	4	0.1205	0.0180	0.0234	4.0000	0.6667	1.0000	
HIST	5	0.2996	0.0506	0.0658	6.0000	1.33333	1.7321	MAT	5	0.1082	0.0084	0.0111	4.6667	0.4444	0.5774	
COB	6	0.2971	0.0292	0.0431	5.6667	0.44444	0.5774	REST	6	0.0685	0.0029	0.0039	6.3333	0.4444	0.5774	
MAT	7	0.2496	0.0041	0.0053	6.6667	0.44444	0.5774	USO	7	0.0694	0.0089	0.0115	6.6667	0.4444	0.5774	
TUR	8	0.2075	0.0213	0.0277	7.6667	0.44444	0.5774	ARQ	8	0.0548	0.0026	0.0036	8.0000	0.0000	0.0000	
ARQ	9	0.1358	0.0076	0.0103	9.0000	0.00000	0.0000	TUR	9	0.0365	0.0067	0.0088	9.0000	0.0000	0.0000	

Apresenta a média e o desvio padrão para os dados do Caso, Análise de Sensibilidade 1, e Análise de Sensibilidade 2 para os resultados do capítulo 2. Não é apresentada os dados em relação à análise de sensibilidade 3, pois os valores desta foram modificados sem variações fixas ou com regras bem definidas. Em destaque sombreado, maiores os valores quanto mais forte a tonalidade.

APENDICE F - A.S. Método BBW – Hierarquia de aplicação 2

	Crit	CASO	R				AS1	R1				AS2	R2				AS3	R3			
	VUL	0.3772	2	Pesos e Hierarquia Final			0.3795	2	Análise de Sensibilidade 1			0.2774	2	Análise de Sensibilidade 2			0.3862	2	Análise de Sensibilidade 3		
	SIG	0.4833	1				0.4986	1				0.5777	1				0.4152	1			
	POT	0.1396	3				0.1219	3				0.1450	3				0.1986	3			
	Scrit	CASO*	R*	CASO	R	R*-R	AS1*	R1*	AS1	R1	R*-R	AS2*	R2*	AS2	R2	R*-R	AS3*	R3*	AS3	R3	R*-R
VUL	MAT	0.3351	4	0.1264	4	0	0.3478	3	0.1320	3	0	0.3872	3	0.1074	4	-1	0.3085	6	0.1191	5	1
	FAC	0.2893	7	0.1091	5	2	0.3055	7	0.1159	5	2	0.2870	6	0.0796	7	-1	0.3812	3	0.1472	2	1
	COB	0.3757	3	0.1417	3	0	0.3467	4	0.1316	4	0	0.3258	4	0.0904	5	-1	0.3104	5	0.1199	4	1
SIG	HIST	0.3097	5	0.1497	2	3	0.3152	5	0.1572	2	3	0.3010	5	0.1739	2	3	0.3171	4	0.1317	3	1
	SOC	0.5003	1	0.2418	1	0	0.5085	1	0.2535	1	0	0.5039	2	0.2911	1	1	0.4087	2	0.1697	1	1
	ARQ	0.1900	9	0.0918	6	3	0.1762	9	0.0879	6	3	0.1951	9	0.1127	3	6	0.2743	7	0.1139	6	1
POT	TUR	0.3072	6	0.0429	8	-2	0.3113	6	0.0379	8	-2	0.2372	7	0.0344	8	-1	0.2679	8	0.0532	8	0
	USO	0.4172	2	0.0582	7	-5	0.4465	2	0.0544	7	-5	0.5502	1	0.0798	6	-5	0.4889	1	0.0971	7	-6
	REST	0.2756	8	0.0385	9	-1	0.2421	8	0.0295	9	-1	0.2125	8	0.0308	9	-1	0.2433	9	0.0483	9	0

Dados da variação de posições em hierarquia para as análises de sensibilidade e caso da aplicação referente a ponderação de critérios do capítulo 3. São apresentados adicionalmente os rankings dos subcritérios antes da multiplicação dos pesos de suas respectivas categorias, apresentados nos três critérios, permitindo uma avaliação de sua influência nas ordens hierárquicas. Em destaque sombreado, valores com maiores pesos quanto mais forte a tonalidade.

APENDICE G - A.S. Método BBW – Diferenças em aplicação 2

CRIT	CASO	R	AS1	R1	R-R1	Dif%	Dif ABS	AS2	R2	R-R2	Dif%	Dif ABS	AS3	R3	R-R3	Dif%	Dif ABS
VUL	0.3772	2	0.3795	2	0	-0.6%	0.002	0.2774	2	0	26.5%	0.100	0.3862	2	0	-2.4%	0.009
SIG	0.4833	1	0.4986	1	0	-3.2%	0.015	0.5777	1	0	-19.5%	0.094	0.4152	1	0	14.1%	0.068
POT	0.1396	3	0.1219	3	0	12.7%	0.018	0.1450	3	0	-3.9%	0.005	0.1986	3	0	-42.3%	0.059
SCRIT*	CASO*	R*	AS1*	R1*	R-R1	Dif%	0.012	AS2*	R2*	R-R2*	Dif%	0.067	AS3*	R3*	R-R3*	Dif%	0.045
MAT	0.3351	4	0.3478	3	1	-3.8%	0.013	0.3872	3	1	-15.5%	0.052	0.3085	6	-2	7.9%	0.027
FAC	0.2893	7	0.3055	7	0	-5.6%	0.016	0.2870	6	1	0.8%	0.002	0.3812	3	4	-31.8%	0.092
COB	0.3757	3	0.3467	4	-1	7.7%	0.029	0.3258	4	-1	13.3%	0.050	0.3104	5	-2	17.4%	0.065
HIST	0.3097	5	0.3152	5	0	-1.8%	0.006	0.3010	5	0	2.8%	0.009	0.3171	4	1	-2.4%	0.007
SOC	0.5003	1	0.5085	1	0	-1.6%	0.008	0.5039	2	-1	-0.7%	0.004	0.4087	2	-1	18.3%	0.092
ARQ	0.1900	9	0.1762	9	0	7.3%	0.014	0.1951	9	0	-2.7%	0.005	0.2743	7	2	-44.4%	0.084
TUR	0.3072	6	0.3113	6	0	-1.3%	0.004	0.2372	7	-1	22.8%	0.070	0.2679	8	-2	12.8%	0.039
USO	0.4172	2	0.4465	2	0	-7.0%	0.029	0.5502	1	1	-31.9%	0.133	0.4889	1	1	-17.2%	0.072
REST	0.2756	8	0.2421	8	0	12.2%	0.034	0.2125	8	0	22.9%	0.063	0.2433	9	-1	11.7%	0.032
média							0.017					0.043					0.057
SCRIT	CASO	R	AS1	R1	R-R1	Dif%	Dif ABS	AS2	R2	R-R2	Dif%	Dif ABS	AS3	R3	R-R3	Dif%	Dif ABS
MAT	0.1264	4	0.1320	3	1	-4.4%	0.006	0.1074	4	0	15.0%	0.019	0.1191	5	-1	5.7%	0.007
FAC	0.1091	5	0.1159	5	0	-6.2%	0.007	0.0796	7	-2	27.0%	0.030	0.1472	2	3	-34.9%	0.038
COB	0.1417	3	0.1316	4	-1	7.2%	0.010	0.0904	5	-2	36.2%	0.051	0.1199	4	-1	15.4%	0.022
HIST	0.1497	2	0.1572	2	0	-5.0%	0.007	0.1739	2	0	-16.2%	0.024	0.1317	3	-1	12.0%	0.018
SOC	0.2418	1	0.2535	1	0	-4.9%	0.012	0.2911	1	0	-20.4%	0.049	0.1697	1	0	29.8%	0.072
ARQ	0.0918	6	0.0879	6	0	4.3%	0.004	0.1127	3	3	-22.7%	0.021	0.1139	6	0	-24.0%	0.022
TUR	0.0429	8	0.0379	8	0	11.5%	0.005	0.0344	8	0	19.8%	0.008	0.0532	8	0	-24.1%	0.010
USO	0.0582	7	0.0544	7	0	6.5%	0.004	0.0798	6	1	-37.0%	0.022	0.0971	7	0	-66.7%	0.039
REST	0.0385	9	0.0295	9	0	23.3%	0.009	0.0308	9	0	19.9%	0.008	0.0483	9	0	-25.6%	0.010
média							0.007					0.026					0.026

Ilustra as diferenças entre as análises de sensibilidade em percentagem e absolutas para os critérios e subcritérios antes e depois de multiplicados pelos pesos dos seus respectivos critérios.

APENDICE H - A.S. Método BBW – Desvios de aplicação 2

C*-AS1*-AS2*		Coeficientes			Posições										
Crit	R	MEDIA	DESV.M	DESV.P	MEDIA	DESV.M	DESV.P								
SIG	1	0.5199	0.0386	0.0507	1.0000	0.0000	0.0000								
VUL	2	0.3447	0.0449	0.0583	2.0000	0.0000	0.0000								
POT	3	0.1355	0.0091	0.0121	3.0000	0.0000	0.0000								
C-AS1-AS2		Coeficientes			Posições										
Scrit	R*	MEDIA	DESV.M	DESV.P	MEDIA	DESV.M	DESV.P	Scrit	R	MEDIA	DESV.M	DESV.P	MEDIA	DESV.M	DESV.P
SOC	1	0.5042	0.0028	0.0041	1.3333	0.4444	0.5774	SOC	1	0.2621	0.0193	0.0258	1.0000	0.0000	0.0000
USO	2	0.4713	0.0526	0.0699	1.6667	0.4444	0.5774	HIST	2	0.1602	0.0091	0.0124	2.0000	0.0000	0.0000
COB	3	0.3494	0.0175	0.0251	3.6667	0.4444	0.5774	COB	3	0.1212	0.0206	0.0272	4.0000	0.6667	1.0000
MAT	4	0.3567	0.0203	0.0272	3.3333	0.44444	0.5774	MAT	4	0.1219	0.0097	0.0129	3.6667	0.4444	0.5774
HIST	5	0.3086	0.0051	0.0072	5.0000	0.00000	0.0000	FAC	5	0.1016	0.0146	0.0193	5.6667	0.8889	1.1547
TUR	6	0.2852	0.0320	0.0416	6.3333	0.44444	0.5774	ARQ	6	0.0975	0.0102	0.0134	5.0000	1.3333	1.7321
FAC	7	0.2939	0.0077	0.0101	6.6667	0.44444	0.5774	USO	7	0.0641	0.0104	0.0137	6.6667	0.4444	0.5774
REST	8	0.2434	0.0215	0.0316	8.0000	0.00000	0.0000	TUR	8	0.0384	0.0030	0.0043	8.0000	0.0000	0.0000
ARQ	9	0.1871	0.0073	0.0098	9.0000	0.00000	0.0000	REST	9	0.0329	0.0037	0.0048	9.0000	0.0000	0.0000

Apresenta a média e o desvio padrão para os dados do Caso, Análise de Sensibilidade 1, e Análise de Sensibilidade 2 para os resultados do capítulo 3. Não é apresentada os dados em relação à análise de sensibilidade 3, pois os valores desta foram modificados sem variações fixas ou com regras bem definidas. Em destaque sombreado, maiores os valores quanto mais forte a tonalidade.

APENDICE I – Respostas dos Decisores em Termos Linguísticos

	Crit\Alt.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Decisor 1	HIST	MeA	MeA	MeA	M	MeA	M	MeB	M	M	MeB	MeB	M	M	M	M	M	M	M	M
SOC	MA	MeA	M	M	M	M	M	M	M	MB	MeB	MeB	M	MeB	MeA	M	M	M	MeA	M	MeA
ARQ	MeA	MeA	MeA	MeA	MeA	MeA	MeA	MeA	MeA	M	M	M	M	MeA	M	M	M	MeA	MeA	MeA	MeA
TUR	B	M	M	M	MeA	MeB	M	MeB	MeB	MeB	MeB	M	M	B	MeA	M	MeA	MeA	MeA	MeA	MeA
USO	MeA	M	M	MeA	M	M	M	M	M	B	MeB	M	M	M	M	M	M	M	M	M	MeA
REST	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MeB	B	B	B	B	B	B
Decisor 2	Crit\Alt.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	HIST	M	A	A	A	A	A	M	A	M	M	M	MeA	MeA	A	A	A	A	A	A	A
	SOC	M	A	MeA	A	MeA	A	MeA	A	MeB	M	M	MeA	M	A	A	A	A	A	A	A
	ARQ	MeA	A	A	A	A	A	MeA	A	MeB	M	M	A	A	MeA	A	MeA	A	M	A	A
	TUR	B	A	A	A	MeB	MeB	MeB	M	B	B	B	M	M	MeB	M	M	A	MeB	MeA	A
	USO	M	A	A	A	M	MeB	M	MeA	MeB	MeB	MeB	MeA	M	M	A	M	A	M	A	A
	REST	B	M	MeB	M	M	M	M	M	MeB	MeB	MeB	M	M	M	M	M	MeA	M	M	M
Decisor 3	Crit\Alt.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	HIST	A	MA	A	A	A	A	M	A	M	M	MeA	MeA	M	MeA	A	MeA	MeA	MeA	MeA	MA
	SOC	A	A	A	A	MeA	A	MeA	A	MeB	M	M	MeA	MeB	M	A	M	A	MeA	MeA	B
	ARQ	A	A	A	MeA	MeA	A	MeA	MeA	M	M	MeA	MeA	A	M	MA	A	MeA	A	MeA	A
	TUR	M	A	MA	MA	A	M	M	M	MeB	MeB	M	M	M	MeA	A	M	MeA	MeA	A	MeA
	USO	MA	A	A	A	A	A	A	A	MeA	MeA	MeA	MeA	M	M	A	MeA	A	A	MeA	M
	REST	M	A	A	A	A	A	MeA	A	MeA	MeA	MeA	MeA	MeA	MeA	A	A	MeA	A	MeA	MeA

APENDICE J – Respostas dos Decisores em Número Fuzzy

Decisor 1	Crit\Alt.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	HIST	65	65	65	50	65	50	35	50	50	35	35	50	50	50	50	50	50	50	50	65	65
	SOC	100	65	50	50	50	50	50	50	0	35	35	50	35	65	50	50	50	65	50	65	65
	ARQ	65	65	65	65	65	65	65	65	50	50	50	50	65	50	50	50	65	65	65	65	65
	TUR	20	50	50	50	65	35	50	35	35	35	35	50	50	20	65	50	65	65	65	65	65
	USO	65	50	50	65	50	50	50	50	20	35	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	65
	REST	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	65	80	80	80	80	80	80
Decisor 2	Crit\Alt.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	HIST	50	80	80	80	80	80	50	80	50	50	50	65	65	80	80	80	80	80	80	80	80
	SOC	50	80	65	80	65	80	65	80	35	50	50	65	50	80	80	80	80	80	80	80	80
	ARQ	65	80	80	80	80	80	65	80	35	50	50	80	80	65	80	65	80	50	80	80	80
	TUR	20	80	80	80	35	35	35	50	20	20	20	50	50	35	50	50	80	35	65	65	80
	USO	50	80	80	80	50	35	50	65	35	35	35	65	50	50	80	50	80	50	80	80	80
	REST	80	50	65	50	50	50	50	50	65	65	65	50	50	50	50	50	35	50	50	50	50
Decisor 3	Crit\Alt.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	HIST	80	100	80	80	80	80	50	80	50	50	65	65	50	65	80	65	65	65	65	65	100
	SOC	80	80	80	80	65	80	65	80	35	50	50	65	35	50	80	50	80	65	65	65	20
	ARQ	80	80	80	65	65	80	65	65	50	50	65	65	80	50	100	80	65	80	65	80	80
	TUR	50	80	100	100	80	50	50	50	35	35	50	50	50	65	80	50	65	65	80	65	65
	USO	100	80	80	80	80	80	80	80	65	65	65	65	50	50	80	65	80	80	80	65	50
	REST	50	20	20	20	20	20	35	20	35	35	35	35	35	35	20	20	35	20	35	20	35

Alternativas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Média	Decisor 1	66	63	60	60	63	55	55	55	39	45	48	55	55	50	58	55	60	63	60	68
	Decisor 2	53	75	75	75	60	60	53	68	40	45	45	63	58	60	70	63	73	58	73	75
	Decisor 3	73	73	73	71	65	65	58	63	45	48	55	58	50	53	73	55	65	63	63	58
	Média	64	70	69	69	63	60	55	62	41	46	49	58	54	54	67	58	66	61	65	67
Posição	Decisor 1	2	4	8	8	4	14	14	14	20	19	18	14	14	17	10	14	8	4	8	1
	Decisor 2	17	3	3	3	12	12	17	8	20	19	19	10	15	12	7	10	6	15	6	3
	Decisor 3	3	3	3	5	7	7	14	10	20	19	16	14	18	17	3	16	7	10	10	12
	Pos. Média	7	3	4	5	8	11	15	11	20	19	17	12	15	15	7	13	7	10	8	5

APENDICE K – Mudanças de qualidade de informação

Alternativas - Incertezas aumentadas		Índice de Vulnerabilidade		
		i1	i2	i3
1	Santa Casa da Misericórdia de Sobral	31.75	36.25	40.75
2	Teatro São João	31.75	36.25	40.75
3	Museu Dom José	43.00	48.75	54.50
4	Casa da Cultura	61.00	68.75	76.50
5	Igreja de Nossa Senhora do Rosário	25.00	28.75	32.50
6	Colégio Sant'Ana	43.00	48.75	54.50
7	Igreja São Francisco de Assis de Sobral	52.00	58.75	65.50
8	Palácio de Ciências e Linguas Estrangeiras	33.25	37.50	41.75
9	Sobrado Radier	40.00	45.00	50.00
10	Academia Sobralense de Estudos e Letras	29.50	33.75	38.00
11	Casa Tavares	52.00	58.75	65.50
12	Igreja do Menino Deus	70.00	78.75	87.50
13	Casa Monte Alverne	52.00	60.00	68.00
14	Camara Municipal de Sobral	34.00	38.75	43.50
15	Igreja Matriz de Nossa Senhora da Conceição	63.25	71.25	79.25
16	Igreja de Nossa Senhora das Dores	52.00	58.75	65.50
17	Escola de Cultura, Comunicação, Ofícios e Artes	11.50	13.75	16.00
18	Centro Educacional Maria Imaculada	18.25	21.25	24.25
19	Igreja Nossa Senhora do Patrocínio	28.75	32.50	36.25
20	Estação Ferroviária de Sobral	81.25	95.00	108.75

Alt.	Ratio System	Ranking	Reference Point	Ranking.1	Multiplicative Form	Ranking.2	Multimoora Ranking	
							Incerteza Modificada	Original
1	0.1174	8	0.0422	13	2.30E+09	7	8	8
2	0.1267	4	0.0422	14	2.75E+09	5	5	5
3	0.1245	5	0.0333	7	3.75E+09	4	4	4
4	0.1330	3	0.0190	2	4.59E+09	2	3	3
5	0.1075	12	0.0476	17	1.25E+09	14	14	14
6	0.1181	7	0.0333	8	1.60E+09	10	7	7
7	0.1057	14	0.0262	5	1.41E+09	12	12	12
8	0.1145	9	0.0414	11	1.47E+09	11	9	9
9	0.0694	20	0.0597	20	2.61E+08	20	20	20
10	0.0783	19	0.0440	15	3.61E+08	19	19	19
11	0.0932	18	0.0362	9	8.90E+08	15	15	15
12	0.1204	6	0.0191	3	2.60E+09	6	6	6
13	0.0983	17	0.0419	12	1.31E+09	13	13	13
14	0.1033	16	0.0404	10	7.99E+08	18	18	17
15	0.1332	2	0.0173	1	4.20E+09	3	2	2
16	0.1126	10	0.0262	6	1.68E+09	9	10	10
17	0.1069	13	0.0583	19	8.06E+08	17	17	18
18	0.1053	15	0.0529	18	8.21E+08	16	16	16
19	0.1112	11	0.0449	16	1.87E+09	8	11	11
20	0.1376	1	0.0248	4	6.03E+09	1	1	1

APENDICE L – Formulário para coleta de respostas dos especialistas



Critérios para a conservação preventiva em patrimônios culturais edificados de Sobral

Primeiramente, fico agradecido por você aceitar o convite, saiba que você está auxiliando em uma pesquisa muito importante para difundir a análise multidisciplinar da conservação de patrimônios históricos, com grande relevância e ineditismo em terras tupiniquins.

Adianto também que sua privacidade está assegurada, e quaisquer dúvidas você poderá estar entrando em contato. Posteriormente o contatarei para perguntar se você permite receber agradecimentos pessoais pela sua participação.

Neste formulário você irá ajudar na construção de um modelo auxiliar na conservação preventiva de patrimônios culturais edificados. Neste modelo algumas edificações históricas da cidade de Sobral avaliadas através de critérios selecionados em pesquisa em campo e em bibliográfica.

Você, exímio profissional de uma disciplina que tem relação com o patrimônio, estará avaliando a importância destes critérios elencados. Sua avaliação também servirá como objeto de consolidação dos critérios apresentados.

Tempo médio para responder o formulário: 15 minutos

Antes, algumas definições vigentes para este formulário:

- Patrimônio Edificado: São edificações portadoras de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira e sobralense. Além de seu valor material, possuem outros valores subjetivos, como cultural, histórico, arquitetônico e social.
- Conservação: estratégias e medidas para guiar ações preventivas destinadas a prolongar o tempo de vida de determinado bem;

- **Manutenção:** conjunto de operações destinadas a retardar a deterioração e manter a edificação em bom funcionamento e uso; deve ser entendida como a principal intervenção compreendida na conservação preventiva.

Contexto: A cidade de Sobral é uma das cidades, senão, àquela que tem mais exemplos de patrimônios edificados que documentam a história da região e a memória do desenvolvimento da sociedade do estado do Ceará. Com um núcleo urbano que recebe ações constantes do governo, ressaltando forte papel do próprio município, ela busca conservar seu patrimônio através de múltiplas ações, atendendo também as necessidades dos cidadãos sobralenses, sendo exemplo de inclusão cultural junto a sua iniciativa de preservação dos monumentos. Entretanto, diante da iminente degradação devido a ação do tempo e uso, e da grande quantidade de bens a receberem operações de manutenção, existe a necessidade de realizar um processo de priorização da destinação dos recursos disponíveis e a serem arrecadados. Para isto, este trabalho contribui com uma proposta de modelo que ajudará nesta etapa de decisão.

1. PONDERAÇÃO DE CRITÉRIOS

Nesta primeira etapa você dará um número de 1 a 9 para os critérios apresentados. Quanto maior o número, maior sua importância para a decisão na conservação preventiva de patrimônios edificados. Os critérios estão separados em três categorias. Primeiro você avaliará as categorias entre si, e depois os critérios que estão contidas em cada uma das categorias.

IMPORTANTE: A categoria ou critério, que você achar mais importante sempre receberá o número 9. Os outros devem ser avaliados comparados com o que você achou mais importante de acordo com a Tabela 1 com os significados dos índices, logo abaixo:

Tabela 1 para significado dos índices

9 - Igual importância ao critério
8 - algo entre igual e moderado
7 - Moderadamente menos importante que o critério
6 - Algo entre moderado e forte
5 - Fortemente menos importante que o critério
4 - Algo entre forte e muito forte
3 - Muito fortemente menos importante que o critério
2 - Algo entre muito forte e absoluto
1 - Absolutamente menos importante que o critério

Exemplo na avaliação de critérios para a compra de um celular

Se na escolha de um celular eu estou avaliando sob três critérios: preço, memória, e câmera, e para mim o preço é o mais importante, assim: Critério mais importante = Preço, logo Critério Preço = 9

Se, para mim a memória é quase tão importante quanto o preço, entretanto um pouco menos, eu poderia dizer: Critério Memória = 8 que significada algo entre igual e moderadamente menos importante.

Se a qualidade das fotos tiradas pela câmera do celular me for de pouco uso, e forem quase irrelevantes, eu poderia dizer: Critério Câmera = 2, que significa algo entre muito fortemente, ou absolutamente menos importante que o Preço.

Critérios a serem avaliados neste formulário:

Categoria 1 - Vulnerabilidade estrutural

1. Materiais Construtivos
2. Paredes de Fachada
3. Cobertas

Categoria 2 - Significância Cultural

1. Documentação Histórica
2. Valor Social
3. Relevância Arquitetônica

Categoria 3 - Potencial e Restrições

1. Atratividade Turística
2. Potencial de Uso
3. Restrições

As descrições das categorias e critérios serão apresentadas durante a avaliação.

1.1 ABAIXO AVALIE AS CATEGORIAS

Primeiro passo: Entre as três categorias, indique qual a MAIS importante e a avalie com o número 9.

Segundo passo: Agora, dê um número de 1 a 9 para as outras duas categorias, onde 9 significará que ela é tão importante quanto àquela categoria que você elencou ser a mais importante, e 1 para absolutamente menos importante quando comparada àquela que você elencou ser a categoria mais importante.

Qual a categoria que você considera mais importante para conservação?

- Vulnerabilidade Estrutural
- Significância Cultural
- Potencial e Restrições

Vulnerabilidade Histórica: Refere-se a qualidade dos materiais, a estabilidade estrutural e as condições de conservação dos sistemas do patrimônio edificado, principalmente as alvenarias (paredes) e cobertas (telhados).

Significância Cultural: Refere-se ao valor histórico, cultural, social e arquitetônico do edificado. Aqui também se associa a importância à sociedade e à memória dos integrantes da comunidade.

Potencial e Restrições: Refere-se a oportunidade de rentabilidade, como turismo e usos alternativos, bem como às menores restrições normativas, técnicas e legislativas para se realizar a manutenção nos patrimônios edificados.

Tabela 1 para significado dos índices

9 - Igual importância ao critério
8 - algo entre igual e moderado
7 - Moderadamente menos importante que o critério
6 - Algo entre moderado e forte
5 - Fortemente menos importante que o critério
4 - Algo entre forte e muito forte
3 - Muito fortemente menos importante que o critério
2 - Algo entre muito forte e absoluto
1 - Absolutamente menos importante que o critério

Avalie com um número de 1 a 9 de acordo com a Tabela 1, sabendo-se que a categoria considerada mais importante é avaliada com o valor 9.

	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Vulnerabilidade Estrutural	<input type="radio"/>								
Significância Cultural	<input type="radio"/>								
Potencial e Restrições	<input type="radio"/>								

1.2 ABAIXO AVALIE OS CRITÉRIOS DE VULNERABILIDADE ESTRUTURAL

Assim como realizado na seção 1.1, você indicará qual o critério mais importante nesta categoria, e dará o número 9. Depois você dará um número de 1 a 9 para comparar o critério que está analisando ao critério que você considerou mais importante. Se você achar ele tão importante quanto àquele que você considerou o mais importante, também deve dar o número 9 a ele. Se ele é absolutamente menos importante, o número 1 pode ser escolhido.

Qual o critério na categoria de "vulnerabilidade estrutural" que você considera mais importante para a conservação preventiva?

- Materiais Construtivos
- Paredes de Fachada
- Cobertas

Materiais Construtivos: Frente a adoção de materiais tradicionais, muitos deles sem controle de produção ou qualidade, e que fazem parte da estrutura do edificado, a constatação periódica da integridade física dos mesmos deve se dar com frequência. Isto pois, não há evidências das suas vidas útil, ainda mais quando submetidos a múltiplas condições de uso. Deste modo, as características e a qualidade destes materiais deve ser mantida, e devem ser consideradas na definição de planos de conservação.

Paredes de Fachadas: As fachadas da tipologia das edificações vernaculares estudadas na cidade de Sobral podem ser consideradas os elementos estruturais que conferem relevante rigidez para a estrutura. Na disposição encontrada na cidade de Sobral normalmente são as paredes com maior espessura, principalmente em museus e igrejas, e se estendem da fundação até a coberta. As fachadas dos edifícios com estas soluções arquitetônicas são os primeiros elementos solicitados quando estão sob ações dinâmicas.

Cobertas (Telhados): As cobertas destes edificados influem na estabilidade estrutural pois, quando na existência de cintas de amarração, bem como da esbeltes e condição de vinculação das peças entre si, contribuem na rigidez dos edifícios, principalmente com ligações aos elementos estruturais encontrados nos perímetros da edificação, que, para as alternativas estudadas, compreendem as paredes de fachada.

Avalie com um número de 1 a 9 de acordo com a Tabela 1, sabendo-se que o critério considerado mais importante é avaliado com o valor 9.

	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Materiais Construtivos	<input type="radio"/>								
Paredes de Fachadas	<input type="radio"/>								
Cobertas (Telhados)	<input type="radio"/>								

1.3 ABAIXO AVALIE OS CRITÉRIOS DE SIGNIFICÂNCIA CULTURAL

Assim como realizado na seção 1.1 e 1.2, você indicará qual o critério mais importante nesta categoria e dará o número 9. Depois você dará um número de 1 a 9 para comparar o critério que está analisando ao critério que você considerou mais importante. Se você achar ele tão importante quanto àquele que você considerou o mais importante, também deve dar o número 9 a ele, se ele é absolutamente menos importante ou irrelevante, o número 1 pode ser escolhido.

Qual o critério na categoria de "significância cultural" que você considera mais importante para a conservação preventiva?

- Documentação Histórica
- Valor Social
- Relevância Arquitetônica

Documentação Histórica: O que norteou a proposta de proteção do núcleo histórico de Sobral é a necessidade e a oportunidade de reconhecê-lo e preservá-lo como um dos mais importantes documentos do urbanismo colonial nesta região e da história do desbravamento e da ocupação do sertão nordestino. Não possuindo a arquitetura deslumbrante de Ouro Preto nem a riqueza do centro histórico de Salvador, como objeto patrimonial, Sobral pode ser melhor comparada a cidades como Laguna cujo núcleo foi tombado pelo IPHAN em 1985, pelo seu valor como documento histórico a testemunhar a escolha criteriosa de um sítio, o papel de um núcleo urbano na consolidação do território nacional e a forma urbana resultante desse processo (SOBRAL. Prefeitura Municipal, 2000, p.94)

Valor Social: Cada vez mais se debate sobre a contribuição dos patrimônios históricos para a sociedade. O manual de gestão do patrimônio (UNESCO, 2014) faz observações e recomendações para um sistema de gestão que busque integrá-la às atividades e a compreensão do valor destes patrimônios nas múltiplas esferas da comunidade. Dentre os objetivos que caracterizam o papel relevante do patrimônio pode-se apontar a manutenção de laços dos bens culturais com as comunidades e a contribuição com a sociedade, como também a manutenção das importantes funções sociais e econômicas dos bens culturais, promovendo vitalidade à estas comunidades (UNESCO, 2014, pag 28) Além disso, o artigo 5 da convenção de Veneza traz a observação que a conservação dos monumentos é sempre facilitada quando se utiliza-os para algum propósito social (UNESCO, 1989; PETZET, 2004).

Relevância Arquitetônica: A estética das edificações tem grande correlação com a documentação histórica, não só, fazem parte da composição, sempre singular, urbana do município, e atua com veemência na percepção e memória dos cidadãos. Isto pois pela imposição a magnitude dos monumentos edificados, sendo uma figura presente no dia a dia da comunidade, e trazendo à tona o desenvolvimento, e, por conseguinte, a história. Não à toa, que qualificam múltiplas cidades e espaços urbanos no mundo, deste modo, deve ser um dos principais aspectos a serem preservados. Nas considerações de tombamento do centro histórico de Sobral, um dos quatro elementos a serem mantidos são as edificações de valor arquitetônico, que apesar de não formarem um conjunto compacto e sim pulverizado pela cidade, são importantes referenciais culturais, quer como elementos balizadores da estrutura urbana, quer como marcos visuais ou documentos históricos (IPHAN, 1988, p. 106).

Avalie com um número de 1 a 9 de acordo com a Tabela 1, sabendo-se que o critério considerado mais importante é avaliado com o valor 9.

	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Documentação Histórica	<input type="radio"/>								
Valor Social	<input type="radio"/>								
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>								

1.4 ABAIXO AVALIE OS CRITÉRIOS DE POTENCIAL E RESTRIÇÕES

Assim como realizado na seção 1.1, 1.2 e 1.3, você indicará qual o critério mais importante nesta categoria e dará o número 9. Depois você dará um número de 1 a 9 para comparar o critério que está analisando ao critério que você considerou mais importante. Se você achar ele tão importante quanto àquele que você considerou o mais importante, também deve dar o número 9. A ele, se ele é muito menos importante ou irrelevante, o número 1 pode ser escolhido.

Qual o critério na categoria de "potencial e restrições" que você considera mais importante para a conservação preventiva?

- Atratividade Turística
- Potencial de Uso
- Restrições

Atratividade Turística: O turismo, quando uma opção viável, é uma das atividades importantes para a economia das cidades, e que se torna ainda mais oportuno quando sua administração permite a integração da comunidade e a valorização do patrimônio. De acordo com os manuais da UNESCO para turismo (UNESCO, 2002), bem como as recomendações encontradas no Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI,

2019) para a região metropolitana de Sobral (RMS). Observa-se uma dedicação ao papel turístico do patrimônio cultural, natural, imaterial e material, neste último incluindo os bens arquitetônicos históricos, principalmente na cidade de Sobral, àquela com maior representatividade nestes bens entre os municípios da RMS.

Potencial de Uso: Incluem-se nesta lista o governo em suas várias esferas, os donos, os investidores, a comunidade e os possíveis futuros usuários. Dentre as edificações históricas da área tombada identificada para o estudo, apenas uma se encontra em estado de desuso, a Estação Ferroviária de Sobral. Entretanto, a qual já existe licitação e projeto para a reabilitação deste edificado, onde funcionará o instituto de belas artes. O uso efetivo de todos os patrimônios edificados na amostra aponta o posicionamento do município quanto a sua representatividade na comunidade sobralense. Isto permite integrar a sociedade a estes edificados e criar uma relação de pertencimento e reconhecimento da história e da cultura.

Restrições: A manutenção de edificações são uma das operações mais complicadas da engenharia. Como requisitos para a realização destas são necessários múltiplos estudos de soluções, a análise da satisfação dos atores envolvidos com as soluções propostas, a avaliação de interferências e riscos, estudos de viabilidade econômica e a obediência as normas regulamentadoras vigentes. Além destes, as manutenções em edificações históricas devem realizar estudos propondo soluções que mantenham a originalidade dos materiais e características, isto normalmente também inclui a adoção de soluções que realizam o mínimo de alterações em qualquer um dos elementos a receberem intervenções. Ainda estas edificações são submetidas a outras normativas particulares com o seu tombamento e seu plano de conservação.

Avalie com um número de 1 a 9 de acordo com a Tabela 1, sabendo-se que o critério considerado mais importante é avaliado com o valor 9.

	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Atratividade Turística	<input type="radio"/>								
Potencial de Uso	<input type="radio"/>								
Restrições	<input type="radio"/>								

2. PONDERAÇÃO DE CRITÉRIOS – PARTE 2

De forma análoga, mas inversa à primeira parte de ponderação de critérios, você agora indicará qual a categoria ou critério MENOS IMPORTANTE e irá avaliar em uma escala de 1 a 9 os critérios e categorias. Como na primeira etapa, os critérios estão separados em três categorias. Primeiro você avaliará as categorias entre si, e depois os critérios que estão contidas em cada uma das categorias.

IMPORTANTE: A categoria, ou critério, que você indica ser a menos importante receberá o número 1. As outras categorias devem ser avaliadas comparadas com a que você achou menos importante, seguindo a Tabela 2.

Tabela 2 para significado dos índices

1 - Igual importância ao critério
2 - algo entre igual e moderado
3 - Moderadamente mais importante que o critério
4 - Algo entre moderado e forte
5 - Fortemente mais importante que o critério
6 - Algo entre forte e muito forte
7 - Muito fortemente mais importante que o critério
8 - Algo entre muito forte e absoluto
9 - Absolutamente mais importante que o critério

Exemplo na avaliação de critérios na compra de um celular

Se na escolha de um celular eu estou avaliando sob três critérios: preço, memória, e câmera, e para mim a câmera é a MENOS IMPORTANTE, assim: Critério menos importante = Câmera, e logo Critério Câmera = 1

Se, para mim a memória é muito fortemente mais importante que a câmera, eu poderia dizer: Critério Memória = 7

Se o critério preço para mim é ainda mais importante, mas não absolutamente, eu poderia dizer: Critério Preço = 8

2.1 ABAIXO AVALIE AS CATEGORIAS

Primeiro passo: Entre as três categorias, indique qual é a MENOS IMPORTANTE e a avalie com o número 1.

Segundo passo: Agora, dê um número de 1 à 9 para as outras duas categorias, onde 1 significará que ela é tão importante quanto àquela categoria que você elencou ser a MENOS IMPORTANTE, e 9 quando absolutamente mais importante que àquela que foi indicada como MENOS IMPORTANTE.

Qual a categoria que você considera MENOS importante para conservação preventiva?

- Vulnerabilidade Estrutural
- Significância Cultural
- Potencial e Restrições

Vulnerabilidade Histórica: Refere-se a qualidade dos materiais, a estabilidade estrutural e as condições de conservação dos sistemas do patrimônio edificado, principalmente as alvenarias (paredes) e cobertas (telhados).

Significância Cultural: Refere-se ao valor histórico, cultural, social e arquitetônico do edificado. Aqui também se associa a importância à sociedade e à memória dos integrantes da comunidade.

Potencial e Restrições: Refere-se a oportunidade de rentabilidade, como turismo e usos alternativos, bem como às menores restrições normativas, técnicas e legislativas para se realizar a manutenção nos patrimônios edificados.

Tabela 2 para significado dos índices

1 - Igual importância ao critério
2 - algo entre igual e moderado
3 - Moderadamente mais importante que o critério
4 - Algo entre moderado e forte
5 - Fortemente mais importante que o critério
6 - Algo entre forte e muito forte
7 - Muito fortemente mais importante que o critério
8 - Algo entre muito forte e absoluto
9 - Absolutamente mais importante que o critério

Avalie com um número de 1 a 9 de acordo com a Tabela 2, sabendo-se que o critério considerado menos importante é avaliado com o valor 1.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Documentação Histórica	<input type="radio"/>								
Valor Social	<input type="radio"/>								
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>								

2.2 ABAIXO AVALIE OS CRITÉRIOS DE VULNERABILIDADE ESTRUTURAL

Assim como na seção 2.1 indique qual é o MENOS IMPORTANTE e o avalie com o número 1. Segundo passo: Agora, dê um número de 1 a 9 para os outros dois critérios, onde 1 significará que ele é tão importante quanto àquele critério que você elencou ser o MENOS IMPORTANTE, e 9 quando ele é absolutamente mais importante que àquele que foi indicado como MENOS IMPORTANTE, igual ao indicado na "Tabela para significado de índices" da parte 2.

Qual o critério na categoria de "vulnerabilidade estrutural" que você considera MENOS importante para a conservação preventiva?

- Materiais Construtivos
- Paredes de Fachada
- Cobertas

Materiais Construtivos: Frente a adoção de materiais tradicionais, muitos deles sem controle de produção ou qualidade, e que fazem parte da estrutura do edificado, a constatação periódica da integridade física dos mesmos deve se dar com frequência. Isto pois, não há evidências das suas vidas útil, ainda mais quando submetidos a múltiplas condições de uso. Deste modo, as características e a qualidade destes materiais deve ser mantida, e devem ser consideradas na definição de planos de conservação.

Paredes de Fachadas: As fachadas da tipologia das edificações vernaculares estudadas na cidade de Sobral podem ser consideradas os elementos estruturais que conferem relevante rigidez para a estrutura. Na disposição encontrada na cidade de Sobral normalmente são as paredes com maior espessura, principalmente em museus e igrejas, e se estendem da fundação até a coberta. As fachadas dos edifícios com estas soluções arquitetônicas são os primeiros elementos solicitados quando estão sob ações dinâmicas.

Cobertas (Telhados): As cobertas destes edificados influem na estabilidade estrutural pois, quando na existência de cintas de amarração, bem como da esbeltes e condição de vinculação das peças entre si, contribuem na rigidez dos edifícios, principalmente com ligações aos elementos estruturais encontrados nos perímetros da edificação, que, para as alternativas estudadas, compreendem as paredes de fachada.

Avalie com um número de 1 a 9 de acordo com a Tabela 2, sabendo-se que o critério considerado menos importante é avaliado com o valor 1.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Materiais Construtivos	<input type="radio"/>								
Paredes de Fachada	<input type="radio"/>								
Cobertas	<input type="radio"/>								

2.3 ABAIXO AVALIE OS CRITÉRIOS DE SIGNIFICÂNCIA CULTURAL

Assim como na seção 2.2 indique qual é o MENOS IMPORTANTE e o avalie com o número 1. Segundo passo: Agora, dê um número de 1 a 9 para os outros dois critérios, onde 1 significará que ele é tão importante quanto àquele critério que você elencou ser o MENOS IMPORTANTE, e 9 quando ele é absolutamente mais importante que àquele que foi indicado como MENOS IMPORTANTE, igual ao indicado na "Tabela para significado de índices" da parte 2.

Qual o critério na categoria de "significância cultural" que você considera MENOS importante para a conservação preventiva?

- Documentação Histórica
- Valor Social
- Relevância Arquitetônica

Documentação Histórica: O que norteou a proposta de proteção do núcleo histórico de Sobral é a necessidade e a oportunidade de reconhecê-lo e preservá-lo como um dos mais importantes documentos do urbanismo colonial nesta região e da história do desbravamento e da ocupação do sertão nordestino. Não possuindo a arquitetura deslumbrante de Ouro Preto nem a riqueza do centro histórico de Salvador, como objeto patrimonial, Sobral pode ser melhor comparada a cidades como Laguna cujo núcleo foi tombado pelo IPHAN em 1985, pelo seu valor como documento histórico a testemunhar a escolha criteriosa de um sítio, o papel de um núcleo urbano na consolidação do território nacional e a forma urbana resultante desse processo (SOBRAL. Prefeitura Municipal, 2000, p.94)

Valor Social: Cada vez mais se debate sobre a contribuição dos patrimônios históricos para a sociedade. O manual de gestão do patrimônio (UNESCO, 2014) faz observações e recomendações para um sistema de gestão que busque integrá-la às atividades e a compreensão do valor destes patrimônios nas múltiplas esferas da comunidade. Dentre os objetivos que caracterizam o papel relevante do patrimônio pode-se apontar a manutenção de laços dos bens culturais com as comunidades e a contribuição com a sociedade, como também a manutenção das importantes funções sociais e econômicas dos bens culturais, promovendo vitalidade à estas comunidades (UNESCO, 2014, pag 28) Além disso, o artigo 5 da convenção de Veneza traz a observação que a conservação dos monumentos é sempre facilitada quando se utiliza-os para algum propósito social (UNESCO, 1989; PETZET, 2004).

Relevância Arquitetônica: A estética das edificações tem grande correlação com a documentação histórica, não só, fazem parte da composição, sempre singular, urbana do município, e atua com veemência na percepção e memória dos cidadãos. Isto pois pela

imposição a magnitude dos monumentos edificados, sendo uma figura presente no dia a dia da comunidade, e trazendo à tona o desenvolvimento, e, por conseguinte, a história. Não à toa, que qualificam múltiplas cidades e espaços urbanos no mundo, deste modo, deve ser um dos principais aspectos a serem preservados. Nas considerações de tombamento do centro histórico de Sobral, um dos quatro elementos a serem mantidos são as edificações de valor arquitetônico, que apesar de não formarem um conjunto compacto e sim pulverizado pela cidade, são importantes referenciais culturais, quer como elementos balizadores da estrutura urbana, quer como marcos visuais ou documentos históricos (IPHAN, 1988, p. 106).

Avalie com um número de 1 a 9 de acordo com a Tabela 2, sabendo-se que o critério considerado menos importante é avaliado com o valor 1.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Documentação Histórica	<input type="radio"/>								
Valor Social	<input type="radio"/>								
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>								

2.4 ABAIXO AVALIE OS CRITÉRIOS DE POTENCIAL E RESTRIÇÕES

Assim como na seção 2.3 indique qual é o MENOS IMPORTANTE e o avalie com o número 1. Segundo passo: Agora, dê um número de 1 a 9 para os outros dois critérios, onde 1 significará que ele é tão importante quanto àquele critério que você elencou ser o MENOS IMPORTANTE, e 9 quando ele é absolutamente mais importante que àquele que foi indicado como MENOS IMPORTANTE, igual ao indicado na "Tabela para significado de índices" da parte 2.

Qual o critério na categoria de "potencial e restrições" que você considera MENOS importante para a conservação preventiva?

- Atratividade Turística
- Potencial de Uso
- Restrições

Atratividade Turística: O turismo, quando uma opção viável, é uma das atividades importantes para a economia das cidades, e que se torna ainda mais oportuno quando sua administração permite a integração da comunidade e a valorização do patrimônio. De acordo com os manuais da UNESCO para turismo (UNESCO, 2002), bem como as recomendações encontradas no Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI, 2019) para a região metropolitana de Sobral (RMS). Observa-se uma dedicação ao papel turístico do patrimônio cultural, natural, imaterial e material, neste último incluindo os bens arquitetônicos históricos, principalmente na cidade de Sobral, àquela com maior representatividade nestes bens entre os municípios da RMS.

Potencial de Uso: Incluem-se nesta lista o governo em suas várias esferas, os donos, os investidores, a comunidade e os possíveis futuros usuários. Dentre as edificações históricas da área tombada identificada para o estudo, apenas uma se encontra em estado de desuso, a Estação Ferroviária de Sobral. Entretanto, a qual já existe licitação e projeto para a reabilitação deste edificado, onde funcionará o instituto de belas artes. O uso efetivo de todos os patrimônios edificados na amostra aponta o posicionamento do município quanto a sua representatividade na comunidade sobralense. Isto permite integrar a sociedade a estes edificados e criar uma relação de pertencimento e reconhecimento da história e da cultura.

Restrições: A manutenção de edificações são uma das operações mais complicadas da engenharia. Como requisitos para a realização destas são necessários múltiplos estudos de soluções, a análise da satisfação dos atores envolvidos com as soluções propostas, a avaliação de interferências e riscos, estudos de viabilidade econômica e a obediência as normas regulamentadoras vigentes. Além destes, as manutenções em edificações históricas devem realizar estudos propondo soluções que mantenham a originalidade dos materiais e características, isto normalmente também inclui a adoção de soluções que realizam o mínimo de alterações em qualquer um dos elementos a receberam intervenções. Ainda estas edificações são submetidas a outras normativas particulares com o seu tombamento e seu plano de conservação.

Avalie com um número de 1 a 9 de acordo com a Tabela 2, sabendo-se que o critério considerado menos importante é avaliado com o valor 1.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Atratividade Turística	<input type="radio"/>								
Potencial de Uso	<input type="radio"/>								
Restrições	<input type="radio"/>								

APENDICE M – Formulário para coleta de preferências dos decisores



Priorização de manutenção preventiva em patrimônios edificados de Sobral.

Primeiramente fico agradecido por você aceitar o convite, saiba que você está auxiliando em uma pesquisa muito importante para difundir a análise multidisciplinar da manutenção em patrimônios históricos, com relevância e ineditismo que está sendo desenvolvida como um trabalho de dissertação na Universidade Federal do Ceará.

Adianto também que sua privacidade está assegurada, e quaisquer dúvidas você poderá estar entrando em contato. Posteriormente o contatarei para perguntar se você permite receber agradecimentos pela sua participação.

Neste formulário você ajudará a construir um modelo para priorização na manutenção preventiva de patrimônios edificados, as alternativas (algumas edificações históricas da cidade de Sobral) serão comparadas por critérios pré-selecionados em pesquisa em campo e em documentos. O formulário tem duas etapas: na primeira, alguns especialistas avaliaram a importância dos critérios, agora, na segunda, você, profissional que o contexto cultural de Sobral, elencará a importância das alternativas relativas à alguns dos critérios apresentados abaixo:

- 1. Significância Cultural**
 - 1.1. Documentação Histórica
 - 1.2. Valor Social
 - 1.3. Relevância Arquitetônica
- 2. Potencial e Restrições**
 - 2.1. Atratividade Turística
 - 2.2. Potencial de Uso
 - 2.3. Restrições

A descrição dos critérios pode ser visualizada em:
<https://patrimoniosobral.blogspot.com/2020/03/criterios.html>

Tempo médio para responder o questionário: **20 minutos**

Antes, algumas definições vigentes para este formulário e o seu contexto:

- **Patrimônio Edificado/Arquitetônico:** São edificações portadoras de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira. Além de seu valor material, possuem outros valores subjetivos, como cultural, histórico, arquitetônico e social.
- **Manutenção:** conjunto de operações para retardar ou evitar deterioração do bem, e destinadas a manter a edificação em bom funcionamento e uso;
- **Conservação:** estratégias e políticas que guiam conjunto de ações preventivas destinadas a prolongar o tempo de vida de determinado bem;

- **Contexto:** A cidade de Sobral é uma das cidades, senão, àquela que tem mais exemplos de patrimônios edificados que documentam a história da região e a memória do desenvolvimento da sociedade do estado do Ceará. Com um núcleo urbano que recebe ações constantes do governo, ressaltando forte papel do próprio município, ela busca conservar seu patrimônio através de múltiplas ações, atendendo também as necessidades dos cidadãos sobralenses, sendo exemplo de inclusão cultural junto a sua iniciativa de preservação dos monumentos. Entretanto, diante da iminente degradação devido a ação do tempo e uso, e da grande quantidade de bens a receberem operações de manutenção, existe a necessidade de realizar um processo de priorização da destinação dos recursos disponíveis e a serem arrecadados. Para isto, este trabalho contribui com uma proposta de modelo.

2. SEGUNDA ETAPA - PRIORIZAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Nesta etapa você avaliará a priorização das alternativas (edificações) sob os critérios das categorias de significância cultural, e potencial econômico e restrições. Cada edificação você a avaliará sob o critério com uma escala verbal pré-definida que compreende:

Muito | **Baixa** | **Mediamente** | **Média** | **Mediamente** | **Alta** | **Muito**
Baixa | **Baixa** | **Alta** | **Alta**

Compreendendo então 7 escalas que representam o grau de importância do critério sob a proposta de atividades de manutenção para o patrimônio avaliado. A seguir se apresenta um exemplo:

Exemplo: Catedral Metropolitana de Fortaleza



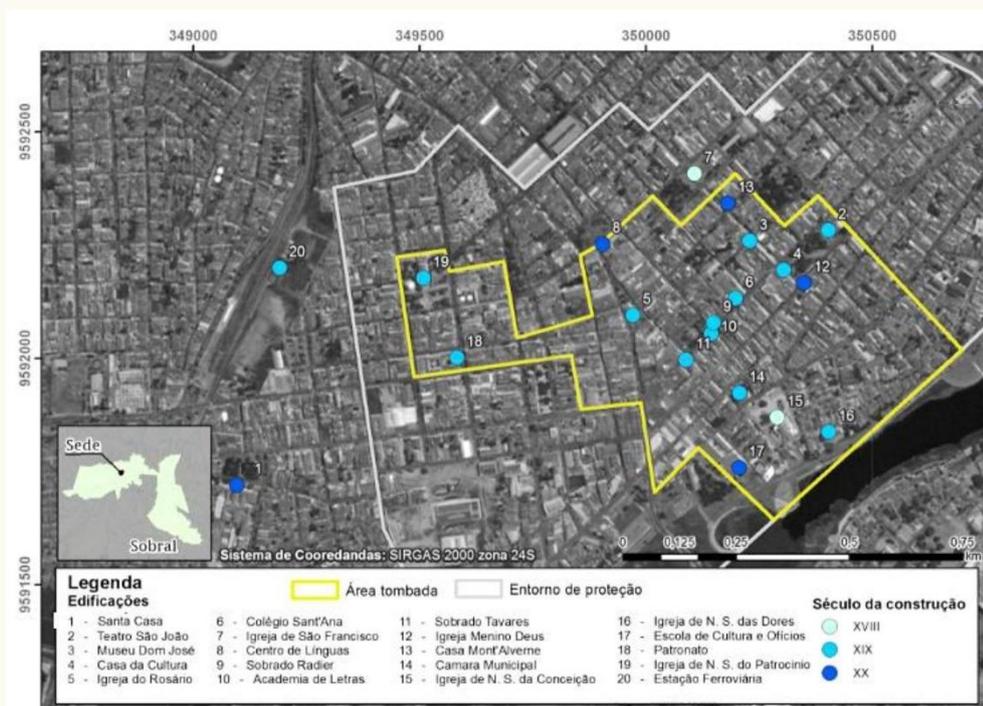
A Catedral Metropolitana de Fortaleza é um templo católico, sede da Arquidiocese de Fortaleza, Ceará, Brasil. Inaugurada em 1978, tem capacidade para 5 000 pessoas e suas torres chegam a 75 metros de altura. Ocupando a maior parte da Praça Pedro II, também conhecida como Praça da Sé, no centro histórico de Fortaleza, o templo se destaca pela imponência arquitetônica e a beleza dos vitrais. O arquiteto francês George Maunier assinou o projeto de estilo eclético, com predominância de elementos neogóticos e românicos e com referências à Catedral de Colônia e à Catedral de Chartres. São José é o santo vinculado à catedral.

Uma profissional de artes avaliou a Catedral para a realização de manutenções preventivas sob os critérios com as seguintes informações:

Crítérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

ALTERNATIVAS

As edificações escolhidas para fazerem parte deste estudo foram construídas nos séculos XVIII, XIX e XX, e são marcos na paisagem urbana da cidade. Nesta amostra, se identifica quanto a função ou uso que recebem: seis igrejas; três residências; quatro equipamentos culturais e educativos; dois equipamentos educacionais públicos e dois particulares; um equipamento administrativo; um hospital e uma estação ferroviária em processo de reabilitação para se tornar equipamento público e cultural.



1. Santa Casa da Misericórdia de Sobral

Data: Teve sua construção iniciada na década de 1910

Localização: R. Antônio Crisóstomo de Melo, 919 - Centro, Sobral - CE, 62010-550

Área e perímetro aproximados: 5500 m² e 380 metros de perímetro.



Descrição: Um hospital filantrópico funciona nesta edificação desde sua construção e vários blocos foram construídos anexados à edificação inicial. Por estar localizada em uma região de uso residencial a edificação é marco na paisagem devido ao seu grande porte, uma vez que as residências do seu entorno possuem pequeno porte. A fachada principal da Santa Casa é voltada para uma praça que valoriza a visualização da edificação.

Avalie abaixo a importância da edificação Santa Casa da Misericórdia de Sobral para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Critérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Teatro São João

Data: O Teatro São João é o segundo mais antigo do Ceará e foi construído entre os anos de 1875 e 1880, durante a maior seca do estado.

Localização: Praça São João, 156 - Centro, Sobral - CE, 62015-400

Área e perímetro aproximados: 560 m² e 100 metros de perímetro



Descrição: O Teatro São João é um dos mais importantes espaços culturais da cidade de Sobral. Suas fachadas laterais são recuadas, formando dois jardins cercados por muro baixo e gradis. O edifício possui três pavimentos, sendo um subterrâneo. As paredes das fachadas são em alvenaria dobrada de tijolos maciços e revestidas por pintura à base de cal. O teatro é tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).

Avalie abaixo a importância da edificação Teatro São João para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Crítérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Museu Dom José

Data: Fundado em 29 de março de 1951, construído na década de 1840.

Localização: Av. Dom José, 878 - Dom Jose, Sobral - CE, 62015-400

Área e perímetro aproximados: 1049 m2 e 168,7 metros



Descrição: Conta com um acervo com mais de 30.000 peças distribuídas em cerca de 16 coleções, dentre elas coleções de porcelana e armaria. A edificação é pertencente à Diocese de Sobral e administrada pela Universidade Estadual Vale do Acaraú, que conta, ainda, com apoio da prefeitura de Sobral. O edifício possui em seus dois pavimentos plantas bastante compartimentadas e, ainda, no pavimento térreo há um pátio interno sem ligação com a via pública, possibilitando iluminação e ventilação aos ambientes internos.

Avalie abaixo a importância da edificação Museu Dom José para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Crítérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Casa da Cultura

Data: Erguida na década de 1850

Localização: Av. Dom José, 881 - Dom Jose, Sobral - CE, 62010-290

Área e perímetro aproximados: 388 m² e 86 metros de perímetro



Descrição: Propriedade da prefeitura de Sobral e lá funciona o Órgão Municipal de Cultura. O acesso à Casa da Cultura pode ser feito por ambas as ruas que a ladeiam. O edifício é recuado na lateral oposta a Rua Deolindo Barreto formando um pátio e o outro recuo, de dimensões menores, forma uma área de serviço. Os espaços são usados para eventos culturais e exposições, contando com uma galeria de arte no primeiro piso desta edificação.

Avalie abaixo a importância da edificação Casa da Cultura para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Crítérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Igreja de Nossa Senhora do Rosário

Data: Erguida entre os anos de 1767 e 1777

Localização: R. Cel. José Sabóia - Centro, Sobral - CE, 62011-040

Área e perímetro aproximados: 480 m² e 92 metros de perímetro



Descrição: Quando a capela do Rosário foi construída no século XVIII, por volta do ano de 1740, Sobral ainda era a vila de Caiçara e só havia dois povoados nas proximidades do rio Acaraú, o do Rosário e o da Matriz. Era chamada antigamente de “Igreja do Rosário dos pretinhos”, porque era situada em uma comunidade de escravos. Era uma capela bem pequena feita de barro. Depois, em 1777, ela foi refeita de pedra e cal. Um detalhe que chama atenção na estrutura da Igreja é o fato de não possuir torres, o que é bem característico das Igrejas.

Avalie abaixo a importância da edificação Igreja de Nossa Senhora do Rosário para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Crítérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Colégio Sant'Ana

Data: Originalmente a Residência Episcopal, construído entre 1836 e 1839

Localização: Avenida Dom Jose Tupinamba da Frota, 1310, Centro - Sobral-CE, CEP: 62010290

Área e perímetro aproximados: 2800 m² e 218 metros de perímetro



Descrição: O edifício destaca-se na paisagem urbana devido ao seu alto grau de ornamentação e alto porte. A edificação teve inúmeras modificações na planta baixa original, devido à adaptação do sobrado original para seu uso atual, escolar. As paredes da fachada são duplas e de tijolos maciços, são revestidas por pintura à base de cal e em partes por cerâmica não vidrada na parte inferior.

Avalie abaixo a importância da edificação Igreja de Nossa Senhora do Rosário para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Crítérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Igreja de São Francisco de Assis

Data: A Igreja, construída na década de 1940

Localização: Rua Deolindo Barreto, tem sua fachada sudoeste para a Praça de São Francisco

Área e perímetro aproximados: 1254 m² e 178 metros de perímetro



Descrição: A Igreja de São Francisco pertencente à diocese de Sobral, é um marco na paisagem devido ao seu grande porte e alto grau de ornamentação, suas altas torres podem ser visualizadas de vários pontos da cidade

Avalie abaixo a importância da edificação Igreja de Nossa Senhora do Rosário para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Crítérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Centro de Línguas

Data: Construído na década de 1920

Localização: R. Cel. Rangel, 55 - Centro, Sobral - CE, 62010-030

Área e perímetro aproximados: 560 m² com 96 metros de perímetro



Descrição: A edificação destaca-se na paisagem urbana devido ao seu alto grau de ornamentação e grande porte. O acesso principal à edificação é realizado atualmente pela fachada voltada para a Rua Coronel Rangel. A estrutura do Centro de Línguas é constituída por paredes mestras de tijolos maciços, pilares e lajes de concreto armado, vigas metálicas e piso de madeira.

Avalie abaixo a importância da edificação Centro de Línguas para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Critérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Sobrado Radier

Data: Foi erguido no final da década de 1830

Localização: R. Domingos Olímpio, 148 - Centro, Sobral - CE, 62011-140

Área e perímetro aproximados: 398 m² com 87 metros de perímetro



Descrição: O Sobrado dispõe de três pavimentos, sendo o último um mirante, característico dos sobrados do centro histórico maranhense. Destaca-se pelo seu porte e boa localização no centro comercial da cidade. A fachada sudoeste é voltada para a Praça Coronel José Sabóia. Atualmente utilizado para fins comerciais, pela Execute Computadores.

Avalie abaixo a importância da edificação Sobrado Radier para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Critérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Academia Sobralense de Letras

Data: O sobrado foi construído na década de 1830

Localização: R. Dom José 1433, Centro, Sobral

Área e perímetro aproximados: 200 m² e 59 metros de perímetro



Descrição: Construído pelo português Domingos José Pinto Braga, avô do romancista Domingos Olímpio. O sobrado possui dois pavimentos, sua destinação original era residencial e posteriormente passou por alterações para receber a Academia Sobralense de Letras e estabelecimentos comerciais.

Avalie abaixo a importância da edificação Academia Sobralense de Letras para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Crítérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Casa Tavares (Edifício Eurípedes)

Data: Século XIX

Localização: Av. Dom José, 1149 - Centro, Sobral - CE, 62010-290

Área e perímetro aproximados: 380 m² e 80 metros de perímetro



Descrição: O Edifício Eurípedes, mais conhecido por Casa Tavares, nome do estabelecimento comercial que abriga parte do pavimento térreo deste edifício. O edifício originalmente era utilizado para fins residenciais e comerciais, mas atualmente é utilizado apenas para fins comerciais.

Avalie abaixo a importância da edificação Casa Tavares (Edifício Eurípedes) para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Crítérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Igreja do Menino Deus

Data: Foi erguida entre 1810 e 1820

Localização: R. Jorn. Deolindo Barreto, 159 - Centro, Sobral - CE, 62010-380

Área e perímetro aproximados: 530 m² e 95 metros de perímetro



Descrição: Possui duas altas torres em sua fachada principal, as paredes das fachadas são de alvenaria dupla de tijolos maciços e seu acabamento externo é em pintura à base de cal.

Avalie abaixo a importância da edificação Igreja do Menino Deus para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Crítérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Residência Mont'Alverne

Data: A Casa foi erguida no final da década de 1910, inaugurada em 4 de agosto de 1918.

Localização: localizada na esquina da Rua Dr. João do Monte (848) com a Rua Deolindo Barreto

Área e perímetro aproximados: 967 m² com 127 metros



Descrição: conhecido como Mosteiro de Marphisa Mont'Alverne, pertencente à família Mont'Alverne a função original da edificação continua a ser residencial. Possui um pavimento e suas fachadas são bem ornamentadas, motivo pelo qual destaca-se dentre as outras edificações, e bastante vazadas por esquadrias. Possui ainda, um pátio interno localizado ao lado oposto à Rua Deolindo Barreto e que se comunica com o exterior.

Avalie abaixo a importância da edificação Residência Mont'Alverne para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Crítérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Câmara Municipal

Data: Câmara Municipal de Sobral foi erguida no final da década de 1840

Localização: Localizada na Rua Conselheiro Rodrigues Jr.

Área e perímetro aproximados: 248 m² com 68 metros



Descrição: possui implantação isolada, seu acesso principal é realizado pela fachada voltada para uma pequena praça que há diante da edificação. A Câmara Municipal de Sobral pertence à Prefeitura e fica localizada vizinho à Igreja da Sé.

Avalie abaixo a importância da edificação Câmara Municipal para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Crítérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Igreja de Nossa Senhora da Conceição

Data: A construção da Igreja foi iniciada no final da década de 1770, tendo sua obra continuada até grande parte do século XIX

Localização: Rua Galdino Goldin, 52 - Centro, Sobral - CE, 62010-380

Área e perímetro aproximados: 1044 m² com 170 metros de perímetro



Descrição: A fachada noroeste da Igreja da Sé, como também é conhecida, é seu principal acesso e está voltada para uma grande praça. A Igreja pertencente à Diocese de Sobral, localizada no bairro Centro, é destacável por seu grande porte, suas torres podem ser vistas de vários locais da cidade.

Avalie abaixo a importância da edificação Igreja de Nossa Senhora da Conceição para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Crítérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Igreja de Nossa Senhora das Dores

Data: A Igreja de Nossa Senhora das Dores foi construída na década de 1810

Localização: rua das Dores, Centro

Área e perímetro aproximados: 2740 m² com 328 metros de perímetro



Descrição: Com arquitetura neoclássica em sua maioria, exceto por sua torre única e lateral, por ter sido construída em 1924, não segue o estilo neoclássico de seus elementos de fachada. Possui fachada principal orientada a oeste pela qual possui principal acesso, e possui pequeno grau de ornamentação, relacionado as outras igrejas localizadas na área de tombamento desta cidade da cidade. Localizada na margem esquerda do Rio Acaraú, a Igreja apresenta apenas uma torre, o que lhe diferencia das outras igrejas estudadas.

Avalie abaixo a importância da edificação Igreja de Nossa Senhora das Dores para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Crítérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Escola de Cultura, Comunicação, Ofícios e Artes

Data: Dados indicam que provavelmente a sua construção foi feita na década de 1920.

Localização: R. Dr. Carlito Pompeu, 116 - Centro, Sobral - CE, 62010-440

Área e perímetro aproximados: 2042 m² e 180 metros



Descrição: conhecida por sua sigla ECOA, localizada na margem esquerda do Rio Acaraú, no Centro de Sobral. O prédio abrigou a Oficina dos Araújo, antiga fábrica de beneficiamento de óleo de algodão, adaptada para as suas novas funções pelo arquiteto Campelo Costa, e que foi inaugurado no dia 31 de dezembro de 2004. Possui fachada simples em pintura à base de cal e pertence à Prefeitura Municipal de Sobral.

Avalie abaixo a importância da edificação Escola de Cultura, Comunicação, Ofícios e Artes para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Crítérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. Patronato Centro Educacional Maria Imaculada

Data: foi erguido na década de 1880 e sua destinação original era residencial.

Localização: R. Conselheiro José Júlio, 145 - Centro, Sobral - CE, 62010-820, localizado na Rua Conselheiro José Júlio pela qual se tem principal acesso.

Área e perímetro aproximados: 3600 m² e 264 metros



Descrição: Desde que a funcionalidade da edificação foi alterada de residência para centro educacional, essa passou por várias modificações a fim de que a mesma se adaptasse a nova destinação. Sua fachada principal é voltada para a Rua Conselheiro José Júlio e seu acabamento é feito em pintura à base de cal e revestimento cerâmico vidrado, na parte superior, e não vidrado na parte inferior das paredes.

Avalie abaixo a importância da edificação Patronato Centro Educacional Maria Imaculada para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Crítérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. Igreja de Nossa Senhora (Paróquia) do Patrocínio

Data: teve sua construção iniciada no final da década de 1880

Localização: Rua Coronel Rangel, entre a R. Cel. José Inácio e R. Conselheiro José Julho.

Área e perímetro aproximados: 967 m² com 156 metros



Descrição: A Igreja pertencente à Diocese de Sobral, divide a grande Praça do Patrocínio, como é conhecida, com o Museu do Eclipse, e a Igreja possui fachada ornamentada por formas geométricas simples e aberturas molduradas. Seu acabamento é feito apenas por pintura à base de cal e juntamente com a Igreja de Nossa Senhora das Dores, possui apenas uma torre, entretanto, a torre é centralizada e não lateral como a Igreja anteriormente citada.

Avalie abaixo a importância da edificação Igreja de Nossa Senhora (Paróquia) do Patrocínio para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Crítérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. Estação Ferroviária de Sobral

Data: foi erguida na década de 1880, e inaugurada em 1882 como ponta de linha da E. F.

Localização: 2447, Av. Ildelfonso de Holanda Cavalcante, 2441 - Centro, Sobral - CE

Área e perímetro aproximados: 580 m² e 125 metros de perímetro



Descrição: Atualmente está desativada para embarque e desembarque de passageiros. A Estação possui dois pavimentos, sendo o segundo de menores dimensões que o primeiro. Sua fachada apresenta pouca ornamentação, tendo como destaque apenas seus arremates nos beirais da cobertura que são de madeira. O principal acesso à Estação Ferroviária de Sobral pelos passageiros, quando em completo funcionamento, era realizado por sua fachada sudeste que está voltada para a Rua Pintor Lemos. O prédio recebe obras de restauro para abrigar a nova Escola de Artes Visuais do município.

Avalie abaixo a importância da edificação Estação Ferroviária de Sobral para cada critério, escolhendo uma das sete respostas possíveis.

Crítérios	Muito Baixa	Baixa	Mediamente Baixa	Média	Mediamente Alta	Alta	Muito Alta
Documentação Histórica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valor Social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relevância Arquitetônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atratividade Turística	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencial de Uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Restrições	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>