



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA EM ARQUITETURA E  
URBANISMO

**CRITÉRIOS PARA CERTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE EDIFICAÇÕES:  
UMA ABORDAGEM INTEGRADA EM DEGRADAÇÃO E DESEMPENHO**

IBERÊ PINHEIRO DE OLIVEIRA

BRASÍLIA/DF  
2023



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO**  
**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA EM ARQUITETURA**  
**E URBANISMO**

**IBERÊ PINHEIRO DE OLIVEIRA**

**ORIENTADOR: DSC. PROF. JOÃO DA COSTA PANTOJA**

**TESE DE DOUTORADO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

**BRASÍLIA/DF**  
**Junho/2023**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO**  
**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA EM ARQUITETURA E URBANISMO**

**CRITÉRIOS PARA CERTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE EDIFICAÇÕES:  
UMA ABORDAGEM INTEGRADA EM DEGRADAÇÃO E DESEMPENHO**

ENG. IBERÊ PINHEIRO DE OLIVEIRA

TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA EM ARQUITETURA E URBANISMO DA FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM ARQUITETURA E URBANISMO.

APROVADA POR:

---

João da Costa Pantoja, Dsc. (FAU/UnB)  
(Orientador)

---

Márcio Augusto Roma Buzar, Dsc. (FAU, UnB)  
(Examinador Interno)

---

Rui Manuel Gonçalves Calejo Rodrigues, Dsc. (FEUP)  
(Examinador Externo)

---

Humberto Salazar Amorim Varum, Dsc (FEUP)  
(Examinador Externo)

---

Sávio Tadeu Guimarães, Dsc (UniCEUB)  
(Examinador Externo)

BRASÍLIA/DF, 16 de agosto de 2023.

## FICHA CATALOGRÁFICA

OLIVEIRA, IBERÊ PINHEIRO CRITÉRIOS PARA CERTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE EDIFICAÇÕES: UMA ABORDAGEM INTEGRADA EM DEGRADAÇÃO E DESEMPENHO. [Distrito Federal] 2023. xiv, 114p., 210 x 297 mm (FAU/ UnB, Doutor, Arquitetura, 2023). Tese Doutorado - Universidade de Brasília. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. 1.Degradação, 2.Obsolescência, 3.Desempenho, 4.Depreciação, 5.Inspeção Predial. FAU/PPG/UnB II. Título (série)
--

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

OLIVEIRA, I. P. (2023). CRITÉRIOS PARA CERTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE EDIFICAÇÕES: UMA ABORDAGEM INTEGRADA EM DEGRADAÇÃO E DESEMPENHO. Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo. Publicação \_\_\_\_, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 242p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Iberê Pinheiro de Oliveira

TÍTULO: CRITÉRIOS PARA CERTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE EDIFICAÇÕES: UMA ABORDAGEM INTEGRADA EM DEGRADAÇÃO E DESEMPENHO.

Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo

GRAU: Doutor ANO: 2023

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta Tese de Doutorado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa tese de doutorado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Iberê Pinheiro de Oliveira

SQN 209, Bloco J, Apt. 101 - Asa Norte

70.8540-100 Brasília - DF- Brasil

E-mail: [iberep@gmail.com](mailto:iberep@gmail.com)

## AGRADECIMENTOS

Poucas linhas, muitos nomes. Angélica, Felipe, Guilherme minha base para tudo, obrigado.

Itagiba, Yara, Moema, Jurema amigos que vieram comigo no sangue aprendendo a matemática da vida para somar e dividir o tempo todo. Pinheiros, mesmos com Oliveira, Nogueira, Pellicer, Vaz, Cardoso e Pinhas... sabemos nossa base. Minha gratidão.

Pai e Mãe, cheguei a mais um patamar com tudo que aprendi em família com vocês.

Christiane, Darliton, Denise, Gilberto, Maryane, Mauro, Peri, Rita, Stenio e “agregados”, todos juntos e misturados. Irmãos que encontrei pelo caminho.

Professores Doutores João Pantoja, Humberto Varum, Rui Calejo, Márcio Buzzar e Radegaz conselheiros e referências do conhecimento, indicando o caminho correto desta tese.

Professores do PPF/FAU, em especial, os professores Vanda Zanoni e Ivan do Valle, obrigado por todo o ensinamento.

Aos colaboradores da UnB, Valmor represente esta equipe de fantástica que muitas vezes resolveu os infortúnios administrativos que passei.

Equipes dos CORREIOS, DNIT, DER, ICOMOS, IPHAN, CREA-DF, CAU-DF, IBAPE-DF e FNDE obrigado por todo o acervo, orientações, legislações que puderam ser utilizadas nesta pesquisa, limitando os parâmetros e controle dos dados.

Esses foram os gigantes que me fizeram ver mais longe, ombros que possibilitaram ampliar minha forma de ver o mundo. São os únicos patrimônios que não há como se avaliar.

As ações não ocorrem em elementos únicos e, sim, em grupos dispostos a cumprir uma função. Assim é a natureza. Cimento, areia, metal, vidro nada mais são que materiais que quando agrupados formam a base da indústria da construção civil e sua ampla gama de produtos residenciais, comerciais e obras de arte especiais. Esse conjunto trabalha em colaboração para compor um empreendimento maior resistindo a esforços, como se fossem apoios, superando intempéries com o objetivo de deixar a edificação o maior tempo possível agradável com segurança e funcionalidade.

Faço parte da simbiose das pessoas que citei, como a natureza nos fez. Não há um material ou elemento isolado, mas, sim, um grupo orgânico de causas e efeitos com funções, objetivos e metas.

Nesta etapa li, analisei e escrevi este trabalho. Na próxima etapa, posso ser a base de discussão para outros chegarem mais longe.

## RESUMO

O processo atual do cálculo da depreciação de imóveis é estabelecido em função de variáveis, como o estado de conservação e a vida útil dos sistemas ou materiais construtivos, sem levar em consideração variáveis como degradação, desempenho ou obsolescência destes componentes.

Inspeções simples, com equipe de técnicos devidamente treinados, podem coletar dados sobre estado de conservação e tempo de uso, importantes para investimento e preservação de ativos residenciais, comerciais, institucionais, industriais, patrimônios históricos e, até mesmo, obras de arte.

Além do baixo custo de implantação, esse tipo de inspeção é amplamente difundido em vários centros de pesquisa pelo mundo, inclusive em regiões de difícil acesso às tecnologias ou sensores para controle. Esta pesquisa propõe duas metas: a primeira é o modelo numérico para o cálculo do desempenho em seus diversos níveis, com base no valor da degradação obtida durante a inspeção predial; a segunda meta, o processo de certificação com a contribuição deste modelo no ciclo de vida do empreendimento para auxiliar no processo de gestão do ambiente construído.

Antes dessas metas, entretanto, é necessário apresentar o ciclo de vida do ambiente construído e a associação existente entre o desempenho e a degradação, a obsolescência e a depreciação. A perspectiva é atentar para a possibilidade justificada de preservação de projetos imobiliários residenciais, comerciais, institucionais, industriais, patrimônios históricos, obras de arte e, desse modo, estabelecer uma linha sustentável na indústria da construção civil.

Aprofundando o conhecimento sobre o estado de conservação do bem e de seu tempo de uso para a captação de investimento, o processo proposto nesta pesquisa permite que toda a cadeia de decisão sobre a degradação, obsolescência, desempenho e depreciação seja analisada passo a passo, quer seja de sistemas construtivos isolados ou empreendimentos de forma global.

**Palavras-Chave:** Degradação, Obsolescência, Desempenho, Depreciação, Inspeção Predial.

## ABSTRACT

The current process for calculating property depreciation is established based on variables such as the state of preservation and the expected lifespan of construction systems or materials, without analyzing the actual degradation, performance, or obsolescence of these components. Simple inspections, conducted by a team of adequately trained technicians, can gather data on the state of preservation and the duration of use, which are essential for investment and asset preservation in residential, commercial, institutional, industrial, historical heritage, and even art-related properties.

In addition to its low implementation cost, this type of inspection is widely practiced in various research centers around the world, including regions with limited access to technology or sensors for monitoring. This research proposes two objectives: the first is a numerical model for performance calculation at various levels, based on the degradation value obtained during building inspections; the second objective is the certification process with the contribution of this model in the life cycle of the project to assist in built environment management.

Before addressing these objectives, however, it is necessary to present the life cycle of the built environment and the existing relationship between performance and degradation, obsolescence, and depreciation. The perspective is to emphasize the justifiable possibility of preserving residential, commercial, institutional, industrial, historical heritage, and art-related projects, thus establishing a sustainable approach in the construction industry.

By deepening our understanding of the property's state of preservation and its duration of use to attract investment, the process proposed in this research allows for a step-by-step analysis of the entire decision-making chain regarding degradation, obsolescence, performance, and depreciation, whether for isolated construction systems or projects on a global scale.

**Keywords:** Degradation, Obsolescence, Performance, Depreciation, Building Inspection.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	10
LISTA DE FIGURAS .....	12
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES .....	15
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>Justificativa .....</b>	<b>19</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>20</b>
OBJETIVO GERAL.....	20
OBJETIVO ESPECÍFICO .....	21
<b>Metodologia.....</b>	<b>21</b>
<b>Estrutura do trabalho .....</b>	<b>22</b>
<b>1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>23</b>
<b>1.1. Estado da Arte.....</b>	<b>24</b>
<b>1.2. Degradação .....</b>	<b>34</b>
1.2.1. NORMA HOLANDESA - NEN 2767.....	34
1.2.2. GRADE DE AVALIAÇÃO DO HABITAT - GADH .....	39
1.2.3. MÉTODO GUT <sub>c</sub> .....	43
<b>1.3. Desempenho .....</b>	<b>46</b>
1.3.1. CICLO DE VIDA DOS IMÓVEIS.....	46
1.3.2. ABNT NBR 15575 - EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS - DESEMPENHO .....	47
1.3.3. ISO 15.686 - BUILDINGS AND CONSTRUCTED ASSETS. ....	51
1.3.4. MÉTODO DOS FATORES - ISO 15686.....	55
1.3.5. DESEMPENHO - PESQUISAS DE REFERÊNCIA .....	57
<b>1.4. Obsolescência .....</b>	<b>63</b>
1.4.1. OBSOLESCÊNCIA - BS ISO 15686-1 (2011) .....	65
1.4.2. OBSOLESCÊNCIA - PESQUISAS NA ÁREA .....	65
1.4.3. OBSOLESCÊNCIA FUNCIONAL .....	66
1.4.4. OBSOLESCÊNCIA TECNOLÓGICA.....	67
1.4.5. OBSOLESCÊNCIA ECONÔMICA.....	68
1.4.6. GERENCIAMENTO DA OBSOLESCÊNCIA - UMA VISÃO GLOBAL DO PROCESSO .....	70
1.4.7. O QUE FAZER DAS RUÍNAS? .....	75
1.4.8. MODELOS PARA REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS HISTÓRICOS .....	77
1.4.9. EXEMPLOS DE GESTÃO DA OBSOLESCÊNCIA .....	77
1.4.10. UM EDIFÍCIO, MUITAS VIDAS .....	79
<b>1.5. Patrimônio Cultural .....</b>	<b>80</b>
1.5.1. DIRETRIZES EFICAZES PARA A REDAÇÃO DAS DECLARAÇÕES DE SIGNIFICÂNCIA .....	83
1.5.2. ÍNDICE DE SIGNIFICÂNCIA CULTURAL (ISC).....	87
<b>1.6. Depreciação imobiliária.....</b>	<b>94</b>
1.6.1. MERCADO IMOBILIÁRIO – VALOR DO IMÓVEL .....	96
1.6.2. MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DA DEPRECIACÃO DE IMÓVEIS .....	98
1.6.3. MÉTODO DA LINHA RETA .....	98
1.6.4. MÉTODO EXPONENCIAL .....	100
1.6.5. MÉTODO DE ROSS .....	101
1.6.6. CRITÉRIO DE HEIDECKE .....	101
1.6.7. MÉTODO DE ROSS-HEIDECKE .....	102
<b>1.7. Inspeção Predial .....</b>	<b>107</b>
<b>1.8. Amostras utilizadas na pesquisa .....</b>	<b>110</b>
1.8.1. IMÓVEIS COMERCIAIS .....	110

1.8.2.	IMÓVEIS EDUCACIONAIS .....	114
<b>2.</b>	<b>MODELOS E MÉTODOS UTILIZADOS .....</b>	<b>116</b>
2.1.1.	MÉTODO PARA CERTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO .....	117
2.1.2.	MÉTODO PARA INDICADOR DE DEGRADAÇÃO (ID).....	126
2.1.3.	MÉTODO PARA FATOR DE DESEMPENHO (D).....	126
2.1.4.	MÉTODO PARA FATOR DE OBSOLESCÊNCIA ( $F_{OBS}$ ) .....	129
2.1.5.	MÉTODO PARA ÍNDICE DE SIGNIFICÂNCIA CULTURAL ( $I_{SC}$ ) .....	132
2.1.6.	MÉTODO PARA DEPRECIÇÃO GLOBAL VIA MÉTODO ROSS-PP ( $K_G$ ) .....	132
<b>3.</b>	<b>APLICAÇÃO AOS MODELOS AMOSTRAIS.....</b>	<b>139</b>
<b>3.1.</b>	<b>Imóveis amostrais .....</b>	<b>139</b>
3.1.1.	AMOSTRA 01 - IMÓVEL TESTE.....	140
3.1.2.	AMOSTRA 02 - IMÓVEL EDUCACIONAL .....	141
3.1.3.	AMOSTRA 03 - IMÓVEL COMERCIAL.....	146
<b>3.2.</b>	<b>Análise da Degradação .....</b>	<b>148</b>
3.2.1.	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO - IMÓVEL TESTE .....	149
3.2.2.	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO - IMÓVEL ESCOLAR.....	150
3.2.3.	INDICADORES DE DEGRADAÇÃO - IMÓVEL COMERCIAL .....	153
<b>3.3.</b>	<b>Desempenho dos sistemas (D).....</b>	<b>156</b>
3.3.1.	IMÓVEL TESTE .....	157
3.3.2.	IMÓVEL ESCOLAR .....	159
3.3.3.	IMÓVEL COMERCIAL.....	163
<b>3.4.</b>	<b>Índice de significância cultural.....</b>	<b>166</b>
3.4.1.	IMÓVEL TESTE .....	167
3.4.2.	IMÓVEL ESCOLAR .....	168
<b>3.5.</b>	<b>Fator de Obsolescência .....</b>	<b>169</b>
3.5.1.	IMÓVEL TESTE .....	171
3.5.2.	IMÓVEL ESCOLAR .....	172
3.5.3.	IMÓVEL COMERCIAL.....	174
<b>3.6.</b>	<b>Coefficiente de depreciação global .....</b>	<b>176</b>
3.6.1.	IMÓVEL TESTE .....	180
3.6.2.	IMÓVEL ESCOLAR .....	182
3.6.3.	IMÓVEL COMERCIAL.....	185
<b>4.</b>	<b>CERTIFICAÇÃO DE EDIFICAÇÕES – COM BASE EM DEGRADAÇÃO E DESEMPENHO.....</b>	<b>188</b>
<b>4.1.</b>	<b>Inspeções especializadas em estruturas .....</b>	<b>189</b>
4.1.1.	SANTUÁRIO DOM BOSCO .....	189
4.1.2.	MALOCA – CENTRO DE CONVIVÊNCIA DOS POVOS INDÍGENAS.....	197
<b>4.1.</b>	<b>Inspeções globais .....</b>	<b>203</b>
4.1.1.	BIBLIOTECA CENTRAL DA UNB .....	203
4.1.2.	TEATRO NACIONAL CLÁUDIO SANTORO – TNCS.....	208
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>218</b>
	<b>ANEXO I - GADH .....</b>	<b>229</b>
	<b>ANEXO II - CARTAS PATRIMONIAIS .....</b>	<b>239</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CLASSIFICAÇÃO DOS DEFEITOS. FONTE: MARTINATTI (2021) APUD STRAUB (2009). .....	36
TABELA 2 - INTENSIDADE DOS DEFEITOS. FONTE: ADAPTADO EM LAYOUT DE MARTINATTI (2021). .....	36
TABELA 3 - EXTENSÃO DOS DANOS. FONTE: ADAPTADO EM LAYOUT DE MARTINATTI (2021). .....	37
TABELA 4 - CLASSIFICAÇÃO DA CONDIÇÃO PARAMETRIZADA. FONTE: ADAPTADO EM LAYOUT MARTINATTI (2021). .....	37
TABELA 5 - CLASSIFICAÇÃO DA CONDIÇÃO PARAMETRIZADA. FONTE: ADAPTADO EM LAYOUT MARTINATTI (2021). .....	38
TABELA 6 - VALORES DE REFERÊNCIA DO INDICADOR DE DEGRADAÇÃO (ID). .....	42
TABELA 7 - TIPO DE IMÓVEIS AVALIADOS PELA GADH. FONTE: ADAPTADO EM LAYOUT DE ANAH (2011). .....	42
TABELA 8 - CLASSIFICAÇÃO E PONTUAÇÃO DOS CRITÉRIOS DA MATRIZ DE PRIORIDADE GUT. ....	43
TABELA 9 - ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE HEIDECKE. FONTE: RADEGAZ (2013). .....	44
TABELA 10 - EXEMPLOS DE VUP PARA DIVERSAS PARTES DA EDIFICAÇÃO. FONTE: ABNT NBR 15575-1:2021. ....	49
TABELA 11 - VIDA ÚTIL REFERENCIAL DE PRODUTOS DE CONSTRUÇÃO. FONTE: ADAPTADO EM LAYOUT DA [EC 1999]. ....	57
TABELA 12 - VIDA REFERENCIAL (IR) E O VALOR RESIDUAL (R) PARA AS TIPOLOGIAS DESTE ESTUDO. ....	69
TABELA 13 - CLASSIFICAÇÃO DOS FATORES PARCIAIS DE OBSOLESCÊNCIA. FONTE: ADAPTADO DE JÚNIOR (2022). ....	74
TABELA 14 - VALOR DE USO . FONTE: KERR (2013) APUD GUIMARÃES (2021). ....	88
TABELA 15 - VALOR DE POLO ECONÔMICO. ....	88
TABELA 16 - VALOR HISTÓRICO. FONTE: KERR (2013) APUD GUIMARÃES (2021). ....	89
TABELA 17 - VALOR ARTÍSTICO. FONTE: KERR (2013) APUD GUIMARÃES (2021). ....	89
TABELA 18 – VALOR CULTURAL. FONTE: KERR (2013) APUD GUIMARÃES (2021). ....	90
TABELA 19 – VALOR DE ANTIGUIDADE. FONTE: KERR (2013) APUD GUIMARÃES (2021). ....	90
TABELA 20 -VALOR DE SIMBÓLICO. FONTE: KERR (2013) APUD GUIMARÃES (2021). ....	91
TABELA 21 - DESCRIÇÃO DE ACORDO COM ÍNDICE DE SIGNIFICÂNCIA (Isc). FONTE: GUIMARÃES (2021). ....	91
TABELA 22 - CRITÉRIO DE HEIDECKE. FONTE: PEREIRA (2013) .....	102
TABELA 23 - VIDA ÚTIL ESTIMADA PARA DIVERSAS EDIFICAÇÕES. FONTE: ABUNAHMAN (2008). ....	105
TABELA 24- CLASSIFICAÇÃO DOS DANOS. FONTE: CÓIAS (2006). ....	109
TABELA 25 - CRONOGRAMA DE COLETA DOS DADOS DE FORMA ESTRUTURADA. FONTE: ACERVO DOS CORREIOS .....	111
TABELA 26 - SISTEMAS E ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS. FONTE: ACERVO DOS CORREIOS. ....	112
TABELA 27 - HISTOGRAMA - VIDA ÚTIL DE SERVIÇO DOS SISTEMAS. ....	122
TABELA 28 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DA VIDA ÚTIL DE SERVIÇO DOS SISTEMAS. ....	123
TABELA 29 - VIDA ÚTIL DE SERVIÇO DOS SISTEMAS X VIDA ÚTIL DE PROJETO. ....	124
TABELA 30- EQUAÇÕES DE DESEMPENHO X DEGRADAÇÃO. ....	127
TABELA 31 - CERTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO. ....	128
TABELA 32 - GESTÃO DA OBSOLESCÊNCIA. ....	131
TABELA 33 - HIPÓTESES PROPOSTAS PARA CÁLCULO DA DEPRECIÇÃO VIA ROSS-PP. ....	135
TABELA 34 - LIMITE DOS COEFICIENTES - MATRIZ DE DECISÕES. ....	137
TABELA 35 - SIGLAS UTILIZADAS DURANTE A VISTORIA. FONTE: ADAPTADO DA GADH .....	139
TABELA 36 - DADOS PROPOSTOS NA INSPEÇÃO AMOSTRA TESTE. ....	141
TABELA 37 - DADOS COLETADOS NA INSPEÇÃO - IMÓVEL EDUCACIONAL. ....	145
TABELA 38 - DADOS COLETADOS NA INSPEÇÃO DO IMÓVEL COMERCIAL. ....	148
TABELA 39 - INDICADOR DE DEGRADAÇÃO (ID) - AMOSTRA TESTE. ....	149
TABELA 40 - INDICADOR DE DEGRADAÇÃO (ID) - ESCOLA. ....	152
TABELA 41 - INDICADOR DE DEGRADAÇÃO (ID) – IMÓVEL COMERCIAL. ....	154
TABELA 42 - CÁLCULO DO DESEMPENHO INTERMEDIÁRIO- IMÓVEL TESTE. ....	157
TABELA 43 – CÁLCULO DO DESEMPENHO DO IMÓVEL ESCOLAR. ....	161
TABELA 44 – CÁLCULO DO DESEMPENHO DO IMÓVEL COMERCIAL. ....	164
TABELA 45 - ESCALA ADAPTADA DE ISC. FONTE: ADAPTADO EM LAYOUT GUIMARÃES (2021). ....	166
TABELA 46 - SIGNIFICÂNCIA CULTURAL - IMÓVEL TESTE. ....	167
TABELA 47 - SIGNIFICÂNCIA CULTURAL - ESCOLA. ....	168
TABELA 48 - VIDA ÚTIL REFERENCIAL DE OBRAS E PRODUTOS DE CONSTRUÇÃO. ....	169
TABELA 49 - VALOR DE REFERÊNCIA DA OBSOLESCÊNCIA NO SISTEMA. ....	170
TABELA 50 - ANÁLISE DE OBSOLESCÊNCIA DO IMÓVEL TESTE. ....	171
TABELA 51 - ANÁLISE DE OBSOLESCÊNCIA DO IMÓVEL ESCOLAR .....	173
TABELA 52 - CÁLCULO DO FATOR DE OBSOLESCÊNCIA DO IMÓVEL COMERCIAL. ....	174
TABELA 53 - RESUMO DE EQUAÇÕES DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO E CERTIFICAÇÃO. ....	177
TABELA 54 – VALOR DOS MECANISMOS DE OBSOLESCÊNCIA, DEGRADAÇÃO E DESEMPENHO - IMÓVEL TESTE. ....	181
TABELA 55 – ANÁLISE COMPARATIVA ROSS-PP X ROSS HEIDECKE - IMÓVEL TESTE. ....	181

TABELA 56 - DADOS DA OBSOLESCÊNCIA, DEGRADAÇÃO E DESEMPENHO - IMÓVEL ESCOLAR. ....	183
TABELA 57 - ANÁLISE COMPARATIVA ROSS-PP x ROSS HEIDECHE - IMÓVEL ESCOLAR. ....	184
TABELA 58 - DADOS DA DEGRADAÇÃO, DESEMPENHO, OBSOLESCÊNCIA E SIGNIFICÂNCIA CULTURAL- IMÓVEL COMERCIAL. .	185
TABELA 59 - ANÁLISE COMPARATIVA ROSS-PP x ROSS HEIDECHE - IMÓVEL COMERCIAL. ....	186
TABELA 60 - DADOS DA INSPEÇÃO - SANTUÁRIO DOM BOSCO. ....	193
TABELA 61 - INDICADOR DE SIGNIFICÂNCIA CULTURAL - SANTUÁRIO DOM BOSCO. ....	193
TABELA 62 - FATOR DE OBSOLESCÊNCIA - SANTUÁRIO DOM BOSCO. ....	194
TABELA 63 - INDICADOR DE DEGRADAÇÃO - SANTUÁRIO DOM BOSCO. ....	194
TABELA 64 - CLASSIFICAÇÃO DA CONDIÇÃO PARAMETRIZADA COM HEIDECHE. ....	195
TABELA 65 - DADOS DA DEGRADAÇÃO LEVANTADO EM CAMPO. ....	200
TABELA 66 - DADOS DA DEGRADAÇÃO BCE. FONTE: LABRAC. ....	206
TABELA 67 - DADOS DO INDICADOR DE DEGRADAÇÃO (ID)- TNCS. FONTE: LABRAC. ....	214
TABELA 68 – CÁLCULO DO FATOR DE OBSOLESCÊNCIA (FOBS) - TNCS. FONTE: LABRAC. ....	215
TABELA 69 – CÁLCULO ÍNDICE DE SIGNIFICÂNCIA CULTURAL (ISC) - TNCS. FONTE: LABRAC. ....	216
TABELA 70 - COLUNAS DOS ELEMENTOS DA GADH. ....	230
TABELA 71 - COLUNA DE CRITÉRIOS A SEREM PREENCHIDOS. ....	230
TABELA 72 - COLUNAS NOTAS CALCULADAS GADH. ....	231
TABELA 73 - NOTA DE STATUS. FONTE: ADAPTADO EM LAYOUT DE ANAH (2011) ....	233
TABELA 74 - NOTA DE DANO. FONTE: ADAPTADO EM LAYOUT DE ANAH (2011) ....	233

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - PESQUISAS SOBRE DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES. FONTE: ELSEVIER.....	25
FIGURA 2 - CRESCIMENTO NO VOLUME DE PESQUISAS. FONTE: ELSEVIER .....	26
FIGURA 3 - TEMAS DE ASSUNTO MAIS PUBLICADOS. FONTE: ELSEVIER. ....	27
FIGURA 4 - EXEMPLO DE PÓRTICOS E RIGIDEZ COM APOIOS DE EDIFICAÇÕES. FONTE: FEMA (2015). ....	28
FIGURA 5 - EXEMPLO DE CURVAS DE FRAGILIDADE PARA DANOS ESTRUTURAIS. FONTE: FEMA (2015).....	28
FIGURA 6 - MAPA DE PROCESSOS DE REALIDADE AUMENTADA EM INSPEÇÕES. FONTE: OUTAY ET AL. (2022). ....	31
FIGURA 7 - ÁREA DE APLICAÇÃO DA NEN 2767:2017. FONTE: ADAPTADO EM LAYOUT DA NEN 2767:2017.....	35
FIGURA 8 - PROCESSO DE AVALIAÇÃO. FONTE: ADAPTADO EM LAYOUT DE MARTINATTI (2021). ....	38
FIGURA 9 - LAYOUT - GRADE PARA AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO HABITAT - GADH.....	41
FIGURA 10 - ÍNDICE DE DEGRADAÇÃO - GADH. FONTE: ADAPTADO EM LAYOUT DE ANAH (2011) .....	42
FIGURA 11 - AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (LCA). ....	46
FIGURA 12- RESUMO ESQUEMÁTICO DA ABNT NBR 15.575-1:2021. FONTE: ASBEA & CAU (2013) .....	47
FIGURA 13 - CONCEITO DE SISTEMA DE ACORDO COM A ABNT NBR 15575-1:2021. ....	48
FIGURA 14 - RESIDÊNCIA PARTICULAR EM NATIVIDADE - TOCANTINS FONTE: IPHAN (2009). ....	50
FIGURA 15 - COPACABANA PALACE/RJ - CONSTRUÍDO EM 1923. FONTE: WIKIPEDIA ACESSADO EM 25/11/2022. ....	50
FIGURA 16 - CUSTO DO CICLO DE VIDA DE UM IMÓVEL. FONTE: ADAPTADO EM LAYOUT DA ISO 15686-5:2017. ....	54
FIGURA 17 - CUSTO DO CICLO DE VIDA DE UM IMÓVEL. FONTE: MIRANDA & CALEJO (2020).....	55
FIGURA 18 - CRITÉRIO DE PERDA DE DESEMPENHO PELO TEMPO. FONTE: ADAPTADO EM LAYOUT DE (MOSER, 1999). ....	58
FIGURA 19 - INVESTIMENTO DURANTE A VIDA ÚTIL FÍSICA DO EMPREENDIMENTO. FONTE: MIRANDA & CALEJO (2020).....	59
FIGURA 20 - DESEMPENHO X TEMPO PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO. FONTE: MIRANDA E CALEJO (2020). ....	59
FIGURA 21 - DESEMPENHO X TEMPO PROCESSOS DE RECUPERAÇÃO. FONTE: MIRANDA E CALEJO (2020). ....	60
FIGURA 22 -CURVA DE DENSIDADE DE PROBABILIDADE DOS ESTADOS DE DEGRADAÇÃO. FONTE: CALEJO R. (2001). ....	61
FIGURA 23 -EVOLUÇÃO DO DESEMPENHO - INVESTIMENTOS. FONTE: CALEJO ET AL. (2015). ....	61
FIGURA 24 - <i>GILLENDER BUILDING</i> - 1900. FONTE: ABRAMSON (2016). ....	64
FIGURA 25 - CICLO DE VIDA DE UM PRODUTO. FONTE: <a href="https://vidadeproduto.com.br">HTTPS://VIDADEPRODUTO.COM.BR</a> ACESSO 23/12/2020. ....	67
FIGURA 26 - DIMENSÕES DA OBSOLESCÊNCIA. FONTE: ADAPTADO EM LAYOUT DE THOMSEN E VAN DER FLIER (2011).....	71
FIGURA 27 - OBSOLESCÊNCIA E VIDA ÚTIL DE SERVIÇO.....	72
FIGURA 28 - GESTÃO DA OBSOLESCÊNCIA, MODELO ANALÍTICO.....	73
FIGURA 29 - ABRANGÊNCIA DOS DADOS CONFORME DISTRIBUIÇÃO NORMAL. ....	74
FIGURA 30 - REUSO, CASO DO FORTE PORTSMOUTH - INGLATERRA. ....	75
FIGURA 31 - MODELO PARA INTERVENÇÕES URBANAS - VISÃO SOCIAL DO PROCESSO.....	76
FIGURA 32 - CAPE MAY - NEW JERSEY. FONTE: NPS. ....	77
FIGURA 33 - MUSEO DEL TEATRO ROMANO DE CARTAGENA. ....	78
FIGURA 34 - AÇÃO DE RESTAURO EQUIVOCADO. FONTE: <a href="https://www.bbc.com/internacional-6250092">HTTPS://WWW.BBC.COM/ INTERNACIONAL-6250092</a> . ....	92
FIGURA 35 - CAPTAÇÃO DE RECEITA X VIDA ÚTIL DO IMÓVEL. FONTE: ADAPTADO EM LAYOUT DE PEREIRA A. (2013). ....	94
FIGURA 36 - FATORES QUE AFETAM A DEPRECIÇÃO. FONTE: ELABORADO A PARTIR DE RADEGAZ (2013). ....	95
FIGURA 37 - CUSTOS X QUALIDADE. FONTE: BROWN, F. (1984) APUD MIRANDA E CALEJO (2020). ....	96
FIGURA 38 - IGREJAS A VENDA - ALTOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO.....	97
FIGURA 39 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA MÉTODO DA LINHA RETA. FONTE: PIMENTA (2011) .....	99
FIGURA 40 - REPRESENTAÇÃO DOS MÉTODOS DE KUENTZLE COMPARATIVO AO LINEAR. FONTE: PIMENTA (2011).....	100
FIGURA 41 - REPRESENTAÇÃO DOS MÉTODOS ROSS X EXPONENCIAL X LINHA RETA. FONTE: PIMENTA (2011). ....	101
FIGURA 42 - CURVA DE DESEMPENHO X TEMPO, ANÁLISE DO <i>VRA</i> . ....	104
FIGURA 43 - FATOR DE DEPRECIÇÃO X ESTADO DE CONSERVAÇÃO. FONTE: ADAPTADO EM LAYOUT DE PIMENTA (2011). 104	
FIGURA 44 - VARIAÇÃO DO COEFICIENTE DE DEPRECIÇÃO, DESEMPENHO E ESTADO DE CONSERVAÇÃO (C). ....	105
FIGURA 45 - IMÓVEL EM BORDEAUX, UMA CONSTRUÇÃO DE 1820. ....	106
FIGURA 46 - INSPEÇÃO PREDIAL. FONTE: PUJADAS (2017) .....	107
FIGURA 47- CRESCIMENTO DOS ATIVOS PATRIMONIAIS DOS CORREIOS. FONTE: ACERVO DOS CORREIOS.....	111
FIGURA 48- SISTEMAS E ESTADO DE CONSERVAÇÃO IMÓVEIS DOS CORREIOS. FONTE: ACERVO DOS CORREIOS .....	112
FIGURA 49- CRONOLOGIA ARQUITETÔNICA DO BRASIL - PARTICIPAÇÃO DOS CORREIOS .....	113
FIGURA 50- ILUSTRAÇÕES DAS FACHADAS DE EDIFÍCIOS POSTAIS EM DIFERENTES PERÍODOS HISTÓRICOS. ....	113
FIGURA 51- EXEMPLO DE EDIFÍCIOS POSTAIS COM RELEVÂNCIA HISTÓRICA - IPHAN. FONTE: ACERVO DOS CORREIOS. ....	114
FIGURA 52- JARDIM DE INFÂNCIA SQS 308 - ESCOLA MODELO PARA AS SUPERQUADRAS.....	114

FIGURA 53- CENTRO DE ENSINO FUNDAMENTAL METROPOLITANA - PRIMEIRA ESCOLA DE BRASÍLIA. ....	115
FIGURA 54 - FLUXOGRAMA DE PROCEDIMENTOS PARA O CÁLCULO DA DEPRECIAÇÃO ATRAVÉS DO DESEMPENHO. ....	118
FIGURA 55 - PLANO DE INVESTIMENTO DE REFORMA 2021 A 2023. ....	119
FIGURA 56 - INVESTIMENTO AO LONGO DOS ANOS. FONTE: ADAPTADO DE MIRANDA E CALEJO R. (2020). ....	119
FIGURA 57 - FICHAS DE ESTADO DE CONSERVAÇÃO POR SISTEMA. FONTE: DADOS FORNECIDOS PELOS CORREIOS. ....	120
FIGURA 58 - VIDA ÚTIL DE SERVIÇO DO IMÓVEL. ....	121
FIGURA 59 - FREQUÊNCIA DE DANOS. ....	121
FIGURA 60 - ESTADO DE CONSERVAÇÃO REGULAR - VUS 34 ANOS. ....	122
FIGURA 61 - VIDA ÚTIL DE SERVIÇO (VUS) DOS SISTEMAS. ....	123
FIGURA 62 - ANÁLISE ENTRE VUS X VUP - VALORES MÍNIMOS E MÁXIMOS. ....	124
FIGURA 63 - GRÁFICO DE DESEMPENHO X ÍNDICE DE DEGRADAÇÃO. ....	127
FIGURA 64 - FLUXOGRAMA DE DECISÕES AO GESTOR. ....	131
FIGURA 65 - IMÓVEL COM VIDA ÚTIL AVANÇADA, MAS QUE AINDA ESTÁ NO MERCADO IMOBILIÁRIO. ....	133
FIGURA 66 - ESQUADRIAS ANTIGAS - BOM DESEMPENHO. ....	134
FIGURA 67 - INFLUÊNCIA DA OBSOLESCÊNCIA NA CURVA DE DEPRECIAÇÃO X DESEMPENHO. ....	136
FIGURA 68 - INFLUÊNCIA DA SIGNIFICÂNCIA CULTURAL NA CURVA DE DEPRECIAÇÃO X DESEMPENHO. ....	136
FIGURA 69 - METODOLOGIA ROSS-HEIDECKE X ROSS-PP. ....	138
FIGURA 70- ESCOLAS PÚBLICAS CADASTRADAS DISTRITO FEDERAL. FONTE: <a href="https://www.geoportal.seduh.df.gov.br">HTTPS:WWW.GEOPORTAL.SEDUH.DF.GOV.BR</a> .	142
FIGURA 71- MÓDULO HISTÓRICO, ESTRUTURA DE MADEIRA - IMÓVEL EDUCACIONAL. ....	142
FIGURA 72- AMOSTRA 2 - ESCOLA DE ENSINO FUNDAMENTAL METROPOLITANA - IMÓVEL EDUCACIONAL. ....	143
FIGURA 73- CROQUI MÓDULOS. - IMÓVEL EDUCACIONAL. ....	143
FIGURA 74- SISTEMA DE VEDAÇÃO - MÓDULO HISTÓRICO - IMÓVEL EDUCACIONAL. ....	144
FIGURA 75- FORRO ORIGINAL DO MÓDULO HISTÓRICO - IMÓVEL EDUCACIONAL. ....	146
FIGURA 76 - AMOSTRA 1 - FACHADA E SALA ADMINISTRATIVA - IMÓVEL COMERCIAL. ....	146
FIGURA 77 - ÁREA INTERNA E BANHEIRO - IMÓVEL COMERCIAL. ....	147
FIGURA 78 - DESGASTES DE SISTEMAS DECORRENTES DO USO - IMÓVEL COMERCIAL. ....	147
FIGURA 79 - ÁREA DE REFEIÇÕES - IMÓVEL COMERCIAL. ....	147
FIGURA 80 - COMPARATIVO DO INDICADOR DE DEGRADAÇÃO GADH X NEN 2767 X GUTC - AMOSTRA TESTE. ....	150
FIGURA 81 - COMPARATIVO DO INDICADOR DE DEGRADAÇÃO. ....	151
FIGURA 82 - INSPEÇÃO EM SISTEMA DE PAISAGISMO. ESTADO DE CONSERVAÇÃO SEM VALOR. ....	151
FIGURA 83 - COMPARATIVO DO INDICADOR DE DEGRADAÇÃO GADH X NEN 2767 X GUTC - ESCOLA. ....	153
FIGURA 84 - COMPARATIVO DO INDICADOR DE DEGRADAÇÃO GADH X NEN 2767 X GUTC - IMÓVEL COMERCIAL. ....	154
FIGURA 85 - GRÁFICO DESEMPENHO INTERMEDIÁRIO COMPARATIVO - IMÓVEL TESTE. ....	158
FIGURA 86 - CERTIFICAÇÃO DO DESEMPENHO INTERMEDIÁRIO POR SISTEMAS E GERAL - IMÓVEL TESTE. ....	159
FIGURA 87 - IMÓVEL ESCOLAR PARTE DA ARQUITETURA PRESERVADA. ....	160
FIGURA 88 - FACHADA PRINCIPAL. ....	160
FIGURA 89 - GRÁFICO DESEMPENHO ESPECIAL COMPARATIVO - IMÓVEL ESCOLAR. ....	162
FIGURA 90 - DANOS A SISTEMA PLUVIAL E DRENAGEM - IMÓVEL ESCOLAR. ....	162
FIGURA 91 - CERTIFICAÇÃO DO DESEMPENHO ESPECIAL POR SISTEMAS E GERAL - IMÓVEL ESCOLAR. ....	163
FIGURA 92 - IMÓVEL COMERCIAL ARQUITETURA MODELO A DIVERSAS AGÊNCIAS. ....	165
FIGURA 93 - GRÁFICO DESEMPENHO INTERMEDIÁRIO COMPARATIVO - IMÓVEL COMERCIAL. ....	165
FIGURA 94 - CERTIFICAÇÃO DO DESEMPENHO INTERMEDIÁRIO POR SISTEMAS E GERAL - IMÓVEL COMERCIAL. ....	166
FIGURA 95 - PISO DANIFICADO E ACESSIBILIDADE COMPROMETIDA. ....	172
FIGURA 96 - SISTEMA ELÉTRICO - FIAÇÃO EXPOSTA SEM PROTEÇÃO. ....	172
FIGURA 97 - AR CONDICIONADO - OBSOLESCÊNCIA ECONÔMICA, TECNOLÓGICA E FUNCIONAL. ....	174
FIGURA 98 - SEM SIGNIFICÂNCIA CULTURAL - CURVA DE DESEMPENHO, OBSOLESCÊNCIA E DEPRECIAÇÃO. ....	178
FIGURA 99 - MÉDIA SIGNIFICÂNCIA CULTURAL - CURVA DE DESEMPENHO, OBSOLESCÊNCIA E DEPRECIAÇÃO. ....	179
FIGURA 100 - ALTA SIGNIFICÂNCIA CULTURAL - CURVA DE DESEMPENHO, OBSOLESCÊNCIA E DEPRECIAÇÃO. ....	179
FIGURA 101 - COMPARATIVO ENTRE O MÉTODO ROSS-PP E ROSS HEIDECKE. ....	182
FIGURA 102 - COMPARATIVO ENTRE O MÉTODO ROSS-PP E ROSS HEIDECKE - IMÓVEL ESCOLAR. ....	185
FIGURA 103 - COMPARATIVO ENTRE O MÉTODO ROSS-PP E ROSS HEIDECKE - IMÓVEL ESCOLAR. ....	186
FIGURA 104 - DEZ PASSOS PARA INSPEÇÃO. ....	188
FIGURA 105 - VISTA DO SANTUÁRIO DOM BOSCO. ....	189
FIGURA 106 - VISTA DO SANTUÁRIO EM 1970 E EM 2022. ....	190
FIGURA 107 - DETALHES DA CONSTRUÇÃO DO PILARES E INSTALAÇÃO DAS TRELIÇAS DO TELHADO. ....	190
FIGURA 108 - LIGAÇÃO PARAFUSADA - MODELO VIRTUAL. ....	191
FIGURA 109. MODELO ESTRUTURAL DO SDB. ....	192

FIGURA 110 . FISSURAS NA BASE E CORPO DO PILA DA ESTRUTURA DE CONCRETO HÍBRIDA - FACHADA NORTE.....	192
FIGURA 111. MAPA DE DANOS - MICROFISSURAS E CORROSÃO DE ARMADURA. ....	192
FIGURA 112 - DESEMPENHO ESPECIAL - ESTRUTURA DO SDB. ....	196
FIGURA 113 - DESEMPENHO ESPECIAL SANTUÁRIO DOM BOSCO– CERTIFICAÇÃO C.....	197
FIGURA 114 – FACHADA PRINCIPAL. ....	198
FIGURA 115 – SEQUÊNCIA CONSTRUTIVA – PROJETO ESTRUTURAL PROPOSTO. FONTE: CEPLAN. ....	198
FIGURA 116 – LEGENDA PARA REGISTROS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	199
FIGURA 117 – FALHAS NA IMPERMEABILIZAÇÃO DA COBERTURA.....	199
FIGURA 118 – MOVIMENTAÇÃO NAS LIGAÇÕES METÁLICAS. ....	200
FIGURA 119 – GRÁFICO DESEMPENHO X DEGRADAÇÃO - MALOCA. ....	201
FIGURA 120 - DESEMPENHO INTERMEDIÁRIO MALOCA– CERTIFICAÇÃO D.....	202
<b>FIGURA 121-</b> VOLUMETRIA DA DCE. FONTE: N. CAVALCANTI N. (2015).....	203
<b>FIGURA 122-</b> FACHADA LESTE E NORTE DA BCE.....	204
<b>FIGURA 123-</b> A) CORTE ESQUEMÁTICO; B) SUPERIOR; C) TÉRREO; D) SUBSOLO. FONTE: N. CAVALCANTI N. (2015). ....	204
<b>FIGURA 124-</b> DANOS NO SUBSOLO DA BCE – FALHAS NO SISTEMA DE DRENAGEM. FONTE: LABRAC. ....	205
<b>FIGURA 125-</b> DANOS NO SUBSOLO DA BCE – FALHAS NO SISTEMA DE DRENAGEM. FONTE: LABRAC. ....	205
<b>FIGURA 126-</b> DANOS AOS SISTEMAS REVESTIMENTOS E ELÉTRICO. FONTE: LABRAC. ....	205
<b>FIGURA 127-</b> DESEMPENHO INTERMEDIÁRIO - BCE. ....	207
FIGURA 128 - CERTIFICAÇÃO - BCE. ....	208
FIGURA 129 – FACHADA SUL - TNCS. FONTE: LABRAC. ....	210
FIGURA 130 – POLTRONAS NECESSITAM SER ADAPTADAS PARA PCD E A SUBSTITUIÇÃO DO FORRO DE PROTEÇÃO. FONTE: LABRAC.....	211
FIGURA 131 – PAINEL DE MADEIRA – AUTORIA ATHOS BULÇÃO – PERFURADO PARA INSTALAR ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA. FONTE: LABRAC.....	211
FIGURA 132 – CERÂMICAS DANIFICADAS E ALTERAÇÃO NO PAINEL ARTÍSTICO. FONTE: LABRAC.....	211
FIGURA 133 – INFILTRAÇÕES E DANOS AO ACERVO CULTURAL. FONTE: LABRAC. ....	212
FIGURA 134 – MANCAL DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO E ELEVADOR PÚBLICO. FONTE: LABRAC.....	212
FIGURA 135 – LOCALIZAÇÃO DO TNCS E O POSIÇÃO DO SISTEMA ESTRUTURAL. FONTE: LABRAC. ....	213
FIGURA 136 – NOMENCLATURA ADOTADA - SISTEMA ESTRUTURAL. FONTE: LABRAC. ....	213
FIGURA 137 – DESEMPENHO ESPECIAL – TEATRO NACIONAL DE CLÁUDIO SANTORO.....	216
FIGURA 138 – CERTIFICAÇÃO DO TEATRO NACIONAL DE CLÁUDIO SANTORO .....	217

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

AcI	Avaliação da condição do elemento ou sistema, conforme NEN 2767:2017
Anah	Agência Nacional de Avaliação do Habitat ( FR)
ArPDF	Arquivo Público do Distrito Federal
C	estado de conservação
Ci	estado de conservação do sistema
D	depreciação total;
Ei	Estrutura de Custo do sistema i;
EOTA	Organização Europeia para Aprovações Técnicas União Européia
ESLC	vida útil prevista
f <sub>A</sub>	Fator de qualidade dos materiais utilizados;
f <sub>B</sub>	Fator de qualidade dos projetos
f <sub>C</sub>	Fator de qualidade da execução da obra
f <sub>D</sub>	Fator de qualidade do ambiente interior
F <sub>ds</sub>	Fator de desempenho
f <sub>E</sub>	Fator de qualidade do ambiente exterior
f <sub>ec</sub>	Fator de obsolescência econômica
f <sub>F</sub>	Fator de qualidade de uso
f <sub>fn</sub>	Fator de obsolescência funcional;
f <sub>G</sub>	qualidade da manutenção aplicada
F <sub>obs</sub>	Fator de obsolescência
f <sub>tc</sub>	Fator de obsolescência programada
GADH	Grade de Avaliação da Degradação do Habitat
i	Sistema e ou elemento construtivo- objeto de análise
ID	Índice de degradação
IRS	Internal Revenue Service
I <sub>sc</sub>	Índice de significância cultural;
j	número de sistemas analisados
k	coeficiente de depreciação;
K <sub>G</sub>	coeficiente de depreciação global
k <sub>i</sub>	coeficiente de depreciação do sistema
LabRAC	Laboratório de Rabilitação do Ambiente Construído
n	vida útil de referência
n <sub>i</sub>	vida útil total prevista do sistema i
NPS	National Park Service
ROSS-PP	Método Ross Heidecke modificado por Pinheiro-Pantoja
RSLC	vida útil de referência
u	idade atual do imóvel;
U <sub>i</sub>	idade efetiva do sistema i

Vd	valor depreciável
Vm	Valor da construção comercial (R\$/m <sup>2</sup> )
Vn	Valor novo
Vpat	Valor do patrimônio cultural agregado
VR	Valor de Referência
Vr	Vida útil residual
VTD	Valor total depreciado
VU	Vida útil - ciclo de vida total
VUP	Vida útil de projeto
Vus	Vida útil de serviço
Vx	valor residual
x	idade do sistema ou imóvel, tempo de ocupação em anos corridos

## INTRODUÇÃO

Onde termina a vida útil ou o ciclo de vida da edificação? Será que podem ser marcos diferentes? Afinal, o que vale mais, o tempo de uso, o estado de conservação ou a qualidade dos materiais?

A tríade vitruviana, apresentada por Marcus Vitruvius Pollio, arquiteto romano que viveu entre 80 A.C. e 15 A.C., estabelece três elementos fundamentais na arquitetura: firmitas (estabilidade), utilitas (função) e venustas (estética). Princípios investigativos que orientam a busca fundamental deste trabalho: se possui estabilidade, função e aparência, por que, ao final da vida útil estimada do material, justifica-se o descarte do imóvel? Até onde as qualidades dos materiais e a obsolescência influenciam a decisão de custo, depreciando ou valorizando um empreendimento? Se há dependência da vida útil de serviço, como justificar casos especiais como Patrimônio Cultural ou mesmo obras de arte? Empreendimentos cadastrados como Patrimônio Cultural podem ser obsoletos? Como o desempenho interfere na sustentabilidade das cidades?

Em breve cronologia das pesquisas, estudiosos como Hallberg (2009), Radegaz (2019), Calejo R. (2001), Miranda e Calejo R. (2020) e Miranda e Camposinhos (2021) já apresentam que o ciclo de vida de um imóvel e seus sistemas construtivos é bem superior aos parâmetros de vida útil dos materiais estabelecidos em ensaios de laboratório ou normativos.

A aparência, funcionalidade ou mesmo segurança, quando analisadas de forma conjunta em um habitat, têm comportamento simbiótico, compensando perdas parciais dos elementos e sistemas construtivos. Mesmo com partes obsoletas e sem materiais de reposição, existem casos que a edificação possui desempenho por longos anos. Se materiais e sistemas estão obsoletos, mas instalados em uma edificação histórica, as ações devem ser cautelosas e a intervenção deve ser por meio de procedimentos especiais. Esses são casos nos quais é imprescindível uma junta técnica multidisciplinar para análise das ações de restauro.

Uma nova configuração urbana sufocada pela desvalorização comércio e o trânsito pesado que faz com que muitos empreendimentos terminem cadastrados como obsoletos e conseqüentemente demolidos. É um efeito comum no mercado imobiliário descrito por Dekker et al. (2005) e Van Kempen et al. (2006).

Esses são alguns exemplos que instigam o pensamento sobre a proposição de nova metodologia para análise, certificação e avaliação de empreendimentos, compondo a relação de causa e efeito entre a degradação, desempenho, obsolescência e, finalmente, a depreciação.

Mais ampla que uma visão do ciclo de vida do empreendimento restringida por parâmetros da vida útil dos materiais e sistemas construtivos, a perspectiva é a demonstração de que todos os sistemas construtivos trabalham de forma conjunta, com maior durabilidade do que seus elementos de forma isolada. Fatores que correlacionam a análise da qualidade do projeto, qualidade dos materiais, processo construtivo, ambiente externo, ambiente interno, condições de uso e manutenção têm demonstrado que os empreendimentos comerciais, residenciais e, até mesmo, obras de arte apresentam durabilidade e desempenho muito superior à vida útil do elemento material ou sistema de materiais ensaiados em laboratório. Por isso, quantificar a degradação e o desempenho são as peças chave desta pesquisa, o que justifica hipóteses como restauro, revitalização, reuso ou mesmo demolição.

Para referência comparativa será utilizado o valor final das benfeitorias com o cálculo da depreciação por dois métodos diferentes.

O primeiro método de depreciação que será aplicado é conhecido como método de Ross-Heidecke, utilizado por autores como Abunahman (2008) e Radegaz (2013), com grande penetração no mercado imobiliário e sua base refere-se a vida útil do imóvel com base em tabelas pré-formatadas. O segundo método, objeto desta tese, calcula o valor depreciado a partir de valores da degradação, desempenho, indicador de significância cultural e obsolescência do empreendimento.

As novas equações que serão apresentadas podem ser aplicadas para análise conjunta ou separada calculando os mecanismos que levam a degradação, desempenho, indicador de significância cultural, obsolescência e depreciação presentes no ciclo de vida do imóvel.

Com o valor da degradação e do desempenho em especial, serão apresentadas as etapas para certificação e gestão do empreendimento.

A princípio, para demonstrar o modelo numérico, serão aplicados o conjunto completo de equações para três amostras, objetivando um novo processo para cálculo do coeficiente de depreciação baseado nos indicadores de degradação e desempenho. Em seguida, três empreendimentos serão analisados propondo somente a parte de certificação, também, de acordo com a degradação e o desempenho.

A certificação dos empreendimentos com escalas simples auxilia ao mercado imobiliário, com o estabelecimento de parâmetros comparativos para consumidores e construtores, tem se demonstrado ferramenta eficaz na decisão de investimentos.

### **JUSTIFICATIVA**

A sociedade busca constantemente por produtos com melhor desempenho, tecnologias e funcionalidades. O anseio pelo “melhor” afeta, inclusive, a indústria da construção civil e o valor de seu produto no mercado imobiliário, criando uma procura por espaços e formas diferenciadas com componentes modernos. Por conseguinte, é comum observar-se a seleção de áreas urbanísticas inteiras descartadas em função da falta de desempenho e conseqüente depreciação do bem edificado, alterando a condição de uso do solo ou, até mesmo, movimentando bairros inteiros com proposta de demolição para reuso de regiões. Isso dispara diversas outras necessidades urbanísticas gerando grande problema para as cidades, além da segmentação social baseada no valor do patrimônio edificado.

Edifícios e conjuntos comerciais que retratam registros da história, apesar de antigos e sólidos, ficam abandonados com justificativa de inviabilidade de reforma e pressão do mercado imobiliário pelo novo, pelo moderno, o que resulta em incentivo ao crescimento desordenado dos municípios. Verifica-se, frequentemente, o cenário de abandono de grupos edificados, em especial, no centro de cidades como Brasília, Rio de Janeiro, São Paulo, Fortaleza e Belo Horizonte. Processos semelhantes podem ser vistos em outros países, em grandes cidades como Porto, Chicago, Paris e Nova York, entre outras.

Em análise aos investimentos de qualquer cidade, percebe-se que itens de infraestrutura urbana como pavimentação, paisagismo, inserção de transporte público, iluminação, segurança pública, hospitais e demais pontos de atendimento social retratam um alto custo de construção e manutenção. Ao analisar o imóvel simplesmente por sua depreciação do material ou sistema construtivo no final da vida útil, todo esse universo de investimento relatado é por vezes omitido, ou mesmo, quando declarado, serve como justificativa e iniciativas de demolição do ambiente construído.

A percepção do desempenho baseada em fatores como aparência, funcionalidade e segurança como exposto por Vitruvius (15 A.C. apud Morgan. 2012), permite outro caminho para as tomadas de decisões. Ao sair de uma análise do material e passar para

uma análise do desempenho, talvez fosse mais eficiente e sustentável, além de resolver problemas crônicos de crescimento desordenado.

O cálculo da depreciação dos empreendimentos aplicado, atualmente, no mercado brasileiro, baseia-se na vida útil de materiais, sistemas construtivos ou mesmo em tabelas padronizadas por pesquisas na área de engenharia de avaliações como Pelli & Yokoama (2018), Radegaz (2013), instituições como Bureau of Internal Revenue ou normas contábeis com a IN SRF No 162/1998.

Como recorte especial nesta pesquisa será estudada a correlação das variáveis de degradação, obsolescência, desempenho e, em seguida, a depreciação do habitat e os sistemas construtivos durante o ciclo de vida do empreendimento. Nessa perspectiva serão verificados todos os fatores que ocorrem em um empreendimento durante seu ciclo de vida, antes da decisão de valor.

A contribuição geral desta pesquisa é estimular os investidores para uma outra forma de se pensar o mercado imobiliário. Afinal, pensar separadamente em obsolescência, degradação ou perda de desempenho pode abrir nova perspectiva sobre o valor do ambiente construído e ainda possibilidades para preservar o registro histórico de patrimônio edificado. Isso pode resolver a demanda de grandes áreas para expansão das cidades e processo de reabilitação dos imóveis.

Com esse entendimento, Rambert (2015) apresenta uma das soluções, entre outras expostas neste estudo, de modificação de edificações comerciais e industriais antigas em favor de moradias, com oferta de outras oportunidades para a região. Desse modo, a arquitetura encontra um caminho para a transformação urbana.

É importante ressaltar que, apesar das informações coletadas durante a inspeção possuírem correlação direta com os imóveis, esta pesquisa visa somente à validação das equações propostas, sem devassar a privacidade de locais ou de proprietários que forneceram os dados da pesquisa.

## **OBJETIVOS**

Para atingir os objetivos gerais e específicos, foram coletados dados de inspeção visual do habitat com a finalidade obter informações para o tratamento estatístico.

**OBJETIVO GERAL** - Compor um modelo multiparâmetro para qualificar e quantificar variáveis importantes no estudo da degradação, desempenho, obsolescência

para certificação no mercado imobiliário e ainda avaliar a depreciação, todos mecanismos presentes no ciclo de vida dos empreendimentos.

As análises partiram de dados obtidos em inspeções efetuadas por equipes de técnicos, arquitetos e engenheiros, devidamente, qualificados. A base de dados deste estudo contou com 2305 dados de empreendimentos, sendo 2293 imóveis comerciais e residenciais fornecidos pelos Correios e ainda 12 escolas públicas. Todo esse conjunto de informações foi triado e selecionado para compor o estudo desta tese.

Esse banco de dados permitiu quantificar o desempenho de empreendimentos por meio da degradação observada, complementando análises já propostas na ABNT NBR 5674:2012, ABNT NBR 16747:2020, ABNT NBR 14037:2014, ABNT NBR 14653:2019, ABNT NBR 15575-1:2021, BS ISO 15686-5:2017 e suas partes, dando subsídio, inclusive, para edificações especiais como patrimônios históricos, artísticos, culturais e até para obras de arte.

**OBJETIVO ESPECÍFICO** – A partir de definição de indicadores de degradação e desempenho dos empreendimentos, permitir a certificação e avaliação do produto edificado para o apoio a consumidores e construtores, auxiliando na seleção de imóveis que apresentem melhores níveis de desempenho.

## **METODOLOGIA**

A metodologia abrange avaliação descritiva, documental e laboratorial de diversos tipos de imóveis, como residências uni ou multifamiliares, imóveis comerciais e patrimônios históricos. Faz-se mister:

- Revisar a bibliografia de autores, normas nacionais e internacionais que tratam do estudo da degradação, desempenho, obsolescência, depreciação de vida útil e ciclo de vida, incluindo análises das pesquisas que utilizem modelos matemáticos multiparâmetros correlacionando as variáveis;
- Definir critérios para seleção das edificações amostrais;
- Propor formulário customizado de acordo com campo amostral voltado à documentação sobre inspeção predial;
- Coletar os registros técnicos com fotografias, dados cadastrais, estado de conservação e tipo de utilização de cada imóvel;
- Propor modelos numéricos que quantifiquem separadamente degradação, obsolescência, desempenho e depreciação;

- Analisar aderência do indicador aos imóveis amostrais;
- Propor diretrizes para utilização do indicador para o planejamento da conservação predial;
- Expor conclusões acerca da confiabilidade do indicador na aplicação de diretrizes para gestão dos imóveis, a partir do cálculo da metodologia proposta.

## **ESTRUTURA DO TRABALHO**

O presente trabalho é composto por cinco capítulos, estruturados da seguinte forma:

O Capítulo 1 é a parte introdutória, composta pela apresentação do estudo, a motivação, os objetivos e a metodologia utilizada para o desenvolvimento. Serão apresentados os problemas e a necessidade de compreensão da manutenção predial, estado de conservação, ciclo de vida do empreendimento, seus sistemas construtivos e a vida útil do habitat no mercado imobiliário.

O Capítulo 2 traz a revisão bibliográfica na qual é apresentada a base teórica sobre a vida útil, ciclo de vida, degradação, patrimônio cultural, obsolescência, desempenho e depreciação imobiliária. Apresenta, ainda, os estudos acadêmicos validados sobre o tema e prescrições normativas nacionais e internacionais como as normas ABNT NBR 14653-1:2019, ABNT NBR 15575-1:2021 e BS ISO 15686-1:2011 e suas demais partes.

No Capítulo 3 é discorre a metodologia com as equações e modelos para uma apreciação multiparâmetro de avaliação de imóveis baseada na degradação, obsolescência, desempenho e depreciação dos sistemas construtivos.

No Capítulo 4 são desenvolve os modelos numéricos que quantificam degradação, , desempenho, significância histórica, obsolescência e depreciação separadamente, com dados obtidos por meio de inspeções visuais. Contém, também, os critérios e procedimentos que serão utilizados para qualificação e quantificação das variáveis e a necessidade de treinamento contínuo para ajustes da curva de aprendizagem na formação das equipes de técnicos inspetores durante a inspeção predial.

No Capítulo 5 são as conclusões da presente pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

## 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa inicia com a busca de trabalhos técnicos produzidos nos últimos vinte anos sobre de mecanismos como degradação, desempenho, obsolescência e a depreciação atuantes no ciclo de vida de edifícios e seus sistemas construtivos.

A partir de o histórico do conhecimento produzido serão apresentados os aspectos teóricos que fundamentam a coleta de indicadores qualitativos e quantitativos, utilizando inspeções visuais. Todos os dados coletados devem atender as normas técnicas, pesquisas nacionais e internacionais para subsidiar análises que demonstrem a interrelação dos mecanismos de degradação, desempenho, obsolescência e depreciação do patrimônio edificado.

Na revisão bibliográfica estarão incluídos ainda os estudos acadêmicos e metodologias que utilizam a variável estado de conservação como indicador qualitativo / quantitativo e suas possibilidades como novo campo de conhecimento técnico.

Na metodologia os valores dos mecanismos em estudo, dimensiona-se passo a passo os valores decorrentes das parcelas correspondentes a degradação, desempenho, obsolescência e depreciação, estabelecendo a relação de causa e efeito que os associam quando avaliamos financeiramente um empreendimento.

Com a demonstração de cálculos será proposta uma forma para certificação dos empreendimentos, de acordo com o nível de degradação e o desempenho atingido e acordado nas transações comerciais do mercado imobiliário.

Todo o estudo partiu da coleta e análise coordenadas de inspeções visuais, com dados de 2305 imóveis cadastrados entre os anos de 2014 a 2021. A triagem das imagens, relatórios de inspeção, análise dos resultados e modelos estatísticos contou com apoio de pesquisadores do Laboratório do Ambiente Construído - LabRAC/ PPG/FAU/UnB e da Faculdade de Engenharia do Porto FEUP.

A combinação de normas como BS ISO 15686-1:2011 e ABNT NBR 15575-1: 2021 e suas partes possibilitaram o aprofundamento da pesquisa quanto ao ciclo de vida de empreendimentos, materiais, projetos, qualidade da execução da obra, influência do ambiente interior e exterior, condições de uso e manutenção quando postos em serviço. Os sistemas construtivos instalados no habitat trabalham de forma simbiótica ao longo do ciclo de vida, com o estabelecimento de novos valores de vida útil, como se verifica nas amostras desta pesquisa.

Ao final, em consenso dos pesquisadores envolvidos no processo de triagem e tratamento dos dados, além dos desempenhos mínimo, intermediário e superior já apresentados na ABNT NBR 15575-1:2021, determinou-se um novo padrão de desempenho denominado desempenho especial. O objetivo desse novo padrão de desempenho é atender a empreendimentos como bens artísticos, culturais, ou mesmo, estruturas com função primordial para a sociedade como centros de referência hospitalar, obras de arte, entre outras edificações de fundamental importância para o município, estado ou país. Nesse grupo selecionado de desempenho especial os empreendimentos devem atentar a projetos, processo construtivo e materiais mais específicos com rotinas de manutenção e operação rigorosas e regulares, pois os bens não podem ser substituídos, descartados, e sua paralização ocasiona perdas significativas culturais e financeiras a sociedade.

### **1.1. ESTADO DA ARTE**

Como nos estudos de Vitruvius, série da ABNT NBR 15575:2021 faz referência de desempenho com a análise conjunta de fatores correspondentes à aparência, funcionalidade e segurança. Desde os estudos sobre os conceitos de desempenho e entendimento dos profissionais do setor da construção publicados por Borges (2008), o mercado de imóveis brasileiro tem se adequadado a esses novos fatores e conceitos, na expectativa de promover um produto com qualidade e nível de acordo de serviço que atenda a expectativas do investidor e do construtor. Os problemas da pacificação de expectativas entre o produto pronto e o promovido em vendas vêm acarretando em um montante cada vez maior de questionamentos na justiça.

Em 2008, o pesquisador já reconhecia a diferença entre o entendimento jurídico sobre o desempenho e o entendimento técnico probabilístico do produto edificado produzido por arquitetos e engenheiros. Para o Poder Judiciário, a engenharia é considerada uma ciência exata, não sistêmica, e composta de variáveis quase indescritíveis, como os técnicos do CREA e CAU reconhecem.

Esse é, sem dúvida, o maior problema na indústria da construção civil brasileira, quando se trata da comercialização de um bem edificado público, privado, residencial, comercial ou obras de arte.

Para mitigar as expectativas de compradores e vendedores, a norma de desempenho brasileira chegou a considerar aptos os empreendimentos que “depois de

decorridos 50% dos prazos da vida útil de projeto (VUP), contados a partir do auto de conclusão da obra”. Isso significa afirmar que se excluiu a subjetividade do termo “desempenho” e passou-se a discutir a vida útil de projeto. Isso promoveu a solução ou a postergou do conflito?

Como referência da complexidade e do volume de pesquisas sobre vida útil e desempenho foi utilizado o repositório do site [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com). A Elsevier é uma empresa global que colabora com estudos em diversas áreas do conhecimento, conectando universidades e cientistas, com o objetivo de repositório de documentos técnicos e, também, de divulgação organizada de informações analíticas para o progresso do conhecimento.

Nos últimos vinte anos, essa biblioteca digital publicou 3682 documentos entre teses, dissertações e artigos em diversos jornais e revistas, com dados especificamente para área de desempenho e vida útil em edifícios, como pode ser visto na Figura 1.

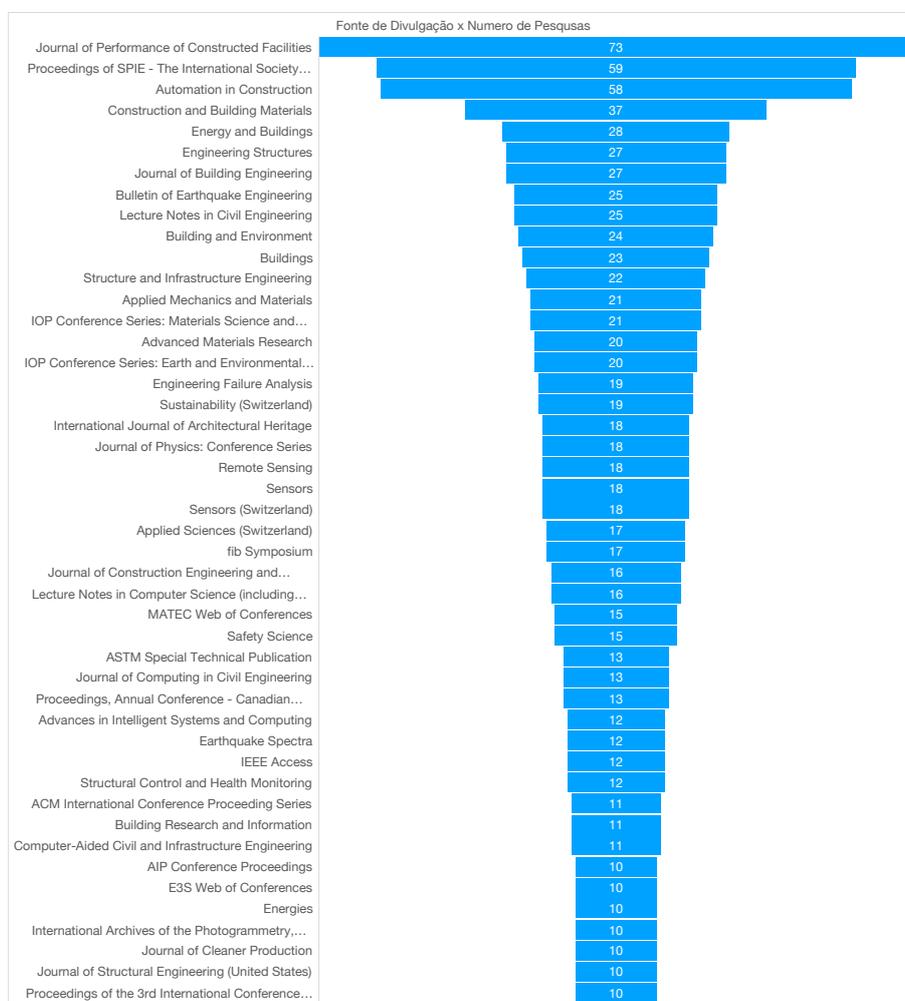


Figura 1 - Pesquisas sobre desempenho de edificações. Fonte: Elsevier.

Grande parte dos dados foi obtida em inspeções visuais, técnica já difundida em diversas áreas como medicina, biologia, geologia, entre outras. Com o controle de observações é possível estabelecer correlações importantes ao conhecimento, como demonstrado em Aldahdouh (2018). Na área de engenharia mecânica e aeronáutica, a revisão visual dos equipamentos de forma sistêmica faz parte de rotinas de segurança pré-definidas e fluxos normais do trabalho, como demonstrado em Ercan & Wang (2022).

O consenso dessas pesquisas, independentemente da área de conhecimento, é que, além de baixo custo para implantação, há o retorno ao pesquisador de grande volume de dados confiáveis e passíveis de hipóteses para diagnose.

Na área de construção civil, as inspeções visuais, acompanhando o desempenho dos edifícios e seus sistemas construtivos, têm crescimento notório, como está na Figura 2. Há a busca intensa por soluções para os problemas de desempenho em edificações, quando submetidos a agentes diversos como no caso de sismos, degradação precoce com perda de vida útil, custos extras aplicados no ciclo de vida do imóvel e soluções mais sustentáveis para mercado imobiliário.

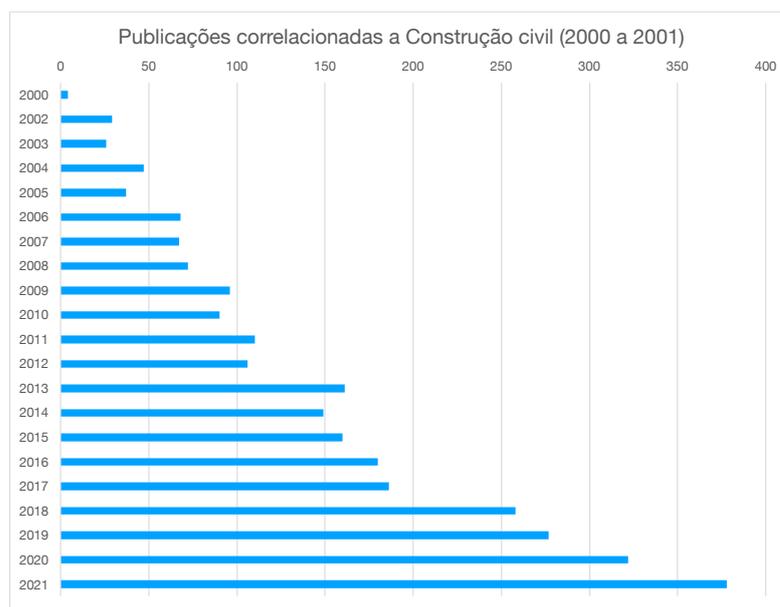


Figura 2 - Crescimento no volume de pesquisas. Fonte: Elsevier

Ainda em relação à indústria da construção civil, as inspeções periódicas com coleta de dados qualitativos estão aprofundando o conhecimento sobre manutenção, gestão de edifícios verdes, controle e cadastro de manifestações patológicas, análise do ciclo de vida de sistemas e elementos ou mesmo segurança de estruturas, como pode ser visto no gráfico da Figura 3.

Na análise isolada de sistemas construtivos, há contribuições importantes quanto ao conhecimento do desempenho e seus fatores específicos, tais quais segurança de sistemas estruturais, durabilidade por meio de aparência em função do revestimento, funcionalidade térmica, energética ou falhas funcionais em sistemas de impermeabilização. Existem, além disso, muitos estudos com proposta para o registro da degradação em sistemas construtivos específicos, sem análise quantitativa ou discretização do desempenho em seus fatores estéticos, funcionais e segurança. Em muitos casos, apresentam-se escalas visuais propondo tabelas com valores específicos relacionados somente a um dos fatores do desempenho.

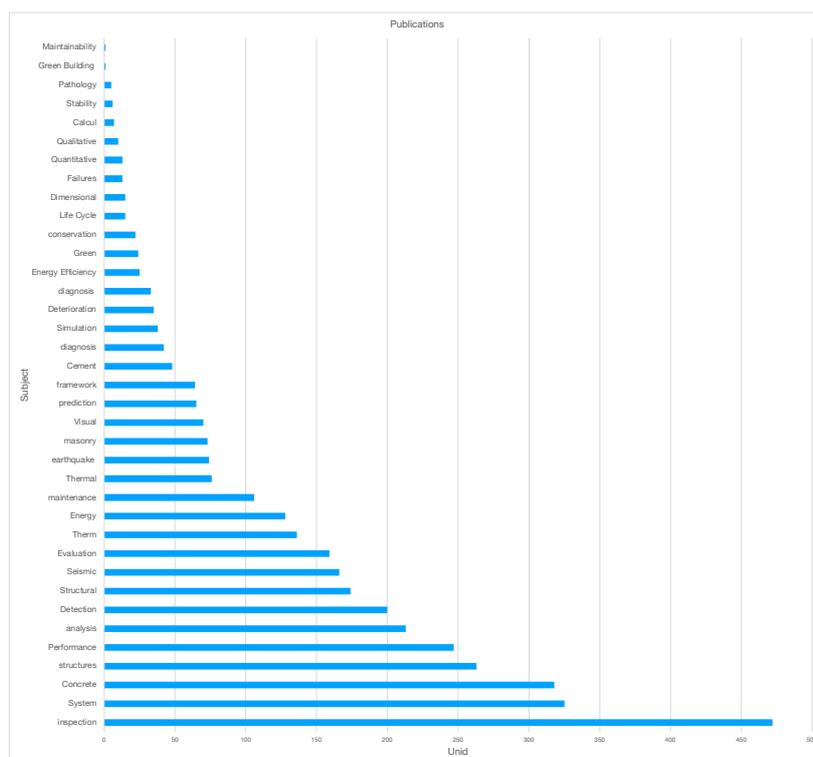


Figura 3 - Temas de assunto mais publicados. Fonte: Elsevier.

Um exemplo de publicação com fator de segurança, como parte do desempenho são as publicações da *Federal Emergency Management Agency* (FEMA) ou Agência Federal de Gerenciamento de Emergências. Esta longeva instituição pública norte-americana publica periódicos e estudos desde 1988, atualizando o relatório e o manual de rastreamento rápido de edifícios para potenciais riscos de sismos.

O objetivo dessa instituição é a divulgação de formas e padrões para aplicação de forma ágil, evitando ambiguidade durante a coleta de informações a respeito do fator segurança estrutural dos edifícios. As equipes de socorro em situações de emergência aplicam essa metodologia para a gestão na área de risco de sismos. A experiência demonstra que, ao padronizar a coleta de dados de forma eficiente, limita-se o julgamento

isolado, focando os esforços no cadastro sistêmico do maior número de imóveis sob risco em caso de ocorrência de tremores de solo.

Com formato simples e leitura acessível, como demonstrado nas Figura 4 e Figura 5, o relatório final é divulgado com o mapa provável de imóveis em risco nas cidades, setorizando áreas conforme o tipo de edificação e os riscos de colapso. Esse documento apresenta o processo construtivo utilizado, materiais aplicados e análise visual do pórtico estrutural adotado para auxílio da equipe de resgate.

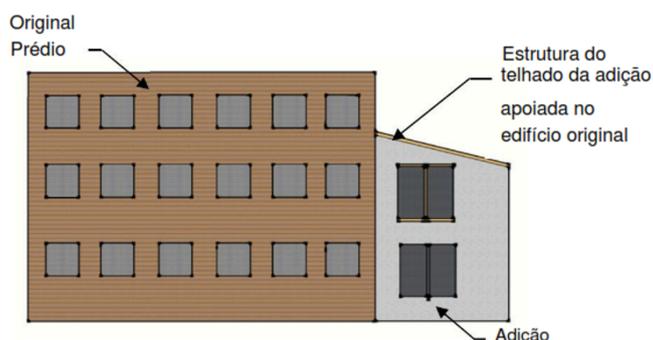


Figura 4 - Exemplo de pórticos e rigidez com apoios de edificações. Fonte: FEMA (2015).

Como são relatórios coesos e de rápida aplicação, eles são preenchidos no período de 15 a 30 minutos por edifício. Isso ocorre por meio de coleta qualitativa e visual de informações, auxiliando na quantificação do risco estrutural, de acordo com escala parametrizada, disponível, inclusive, via software.

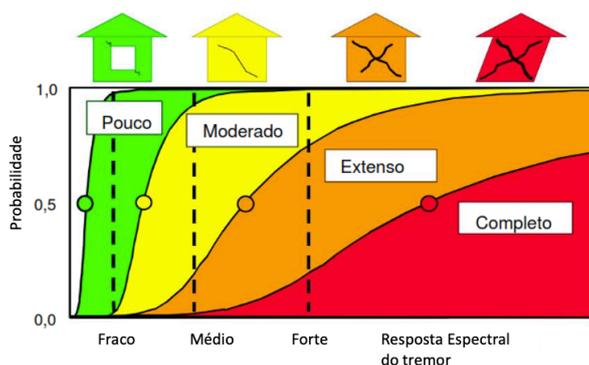


Figura 5 - Exemplo de curvas de fragilidade para danos estruturais. Fonte: FEMA (2015).

A segurança como parte do desempenho é fundamental, mas outras necessidades possuem, também, importância para ocupação de um imóvel como, por exemplo, o conforto lumínico, térmico e o controle do ar em ambientes fechados. Esses são outros grupos de pesquisas que estão em constante atualização no repositório da Elsevier, principalmente, nos países nórdicos em decorrência de o controle dos riscos à saúde e dos custos com energia elétrica para se viver em climas gélidos.

Esse grupo de pesquisadores está direcionado ao desempenho quanto ao misto de segurança e funcionalidade dos sistemas de revestimento, aquecimento, condicionamento do ar e impermeabilização com controle sustentável dos materiais, gestão do consumo energético e processos mais eficientes que possam ser adotados em novos empreendimentos.

No caso de regiões com climas extremos, alguns países desenvolveram metodologias customizadas para cadastro e registros dos danos, auxiliando na análise do estado de conservação do patrimônio edificado e apresentando soluções na triagem de acordo com o nível de degradação e o dano registrado. Esses estudos embasam o dossiê para captação de recursos e investimentos no mercado imobiliário, como é o caso de métodos apresentados pela Anah (2011), NEN 2767-1:2017, MAEC (2006), HHSRS (2006), entre outros.

Retomando a questão do desempenho em função do conforto térmico e agentes de degradação decorrentes da falta de ventilação, a pesquisa de Annila & Lahdensivu (2020) aprofundou o estudo no controle do ar interno de empreendimentos da Finlândia, orientado pelas recomendações KH 90-00535 e RT 18-1108 vigentes no país. Os autores chegaram à conclusão que as inspeções visuais são confiáveis com taxas variando entre 88 % e 50% para detecção de manifestações patológicas como mofo e umidade em edificações. A variação é ocasionada pelo conhecimento dos inspetores de acordo com o nível de treinamento, número de pavimentos e conhecimento dos materiais construtivos.

Ao analisar o desempenho nos fatores de aparência e funcionalidade em fachadas e revestimentos, as pesquisas que utilizam a inspeção visual chegam a um volume quase incalculável. Os estudos examinam manifestações patológicas com dados sobre o tipo de revestimento, ações de intempéries, processos construtivos, efeito de impermeabilizantes e todas as combinações possíveis que possam contribuir ao crescimento na curva de aprendizado deste sistema na construção civil.

O estudo de Neto & Brito (2012) descreve processos de diagnóstico de anomalias em revestimento de fachada com pedra natural, após coletar dados de 59 edificações do Parque das Nações, em Lisboa. A pesquisa apresenta soluções para problemas no acervo histórico da região de maresia, auxiliando o diagnóstico e as ações para recuperação.

Já Pereira A. et al. (2011) propõem um sistema para coleta de dados em rebocos de gesso, também, em fachadas e mostram uma tabela com os tipos de anomalias. O revestimento de gesso pode conter manifestações patológicas semelhantes em paredes divisórias e tetos de ambientes internos. Esses são parte dos exemplos da profundidade a

que podem chegar a especificidade e o empenho na coleta da informação durante a vistoria no local.

No que se refere ao desempenho acerca de aparência de superfícies em concreto armado a pesquisa de Da Silva C. et al. (2018) sobre anomalias em concreto aparente utilizado como composição arquitetônica, oferece grande contribuição. Segundo a autora, 2/3 dos problemas vistoriados são decorrentes da falta de treinamento adequado da mão de obra, gerando por vezes situações que inviabilizam a composição visual proposta em projeto.

Na parte de revestimentos e estruturas para o sistema de telhados, recorte para telhas cerâmica, o estudo de Garcez et al. (2012) a respeito da estatística de manifestações patológicas e vida útil de serviço deste material, é impressionante. O autor apresenta sua descrição a respeito da ação de intempérie no processo de degradação. Analisando 62 imóveis que utilizaram telhas com tipologia “Marselha”, “Lusa” e “Canudo”, o estudo foi capaz de indicar a falta de manutenção preventiva em 94% das amostras. Entre as principais causas dessa situação estão crescimento de vegetação, problemas na ventilação e deslocamento das peças como causador de infiltrações. Isso ratifica a importância de manter sistemas construtivos de forma rotineira.

No campo de desempenho quanto a eficiência energética, pesquisadores como Kadolsky et al. (2014) apresentam o processo para integrar a metodologia BIM como ponto de cadastro de informações, propondo processos e cadastro de regras para o controle energético.

Não só o apoio de ferramentas BIM, mas a coleta de informação para gerar modelos de confiabilidade no cadastro do desempenho pode ser vista, também, nos estudos de Nousias et al. (2020), com a aplicação de tecnologias como escaneamento de sítios culturais sob risco de colapso.

Uma vez organizado o banco de dados com parâmetros e registros regulares, a tendência dos pesquisadores, em geral, é a informatização de processos com o apoio de softwares.

Em estudos como de Ercan; Wang (2022) usando softwares de prateleira, demonstram que o treinamento de profissionais para gestão da manutenção preventiva em áreas industriais é uma realidade cada vez mais presente. A coleta de dados sistemática exige rotinas e investimento continuado em treinamento de pessoal técnico, área de monitoramento de processos, máquinas e equipamentos. Todo o tempo e o investimento aplicados retardam paradas críticas e previnem manutenções com menor risco ao

processo produtivo. Ou seja, trata-se de investimento com o objetivo de aumentar a produtividade.

Da mesma forma, no mercado de construção civil, o uso de computadores na análise de etapas produtivas, depende da coleta precisa dos processos como construções de paredes ou mesmo montagem de telhados, como demonstrado pelos pesquisadores tailandeses.

A pesquisa de Yang et al. (2022) apresenta o banco de dados robusto com a análise de sequência dos danos e aprofundando ainda mais a abordagem de desempenho e do desgaste dos materiais. Utilizando processos não destrutivos, o estudo detalha onze algoritmos para o cadastro e qualificação de imagens com trincas, demonstrando a evolução e a complexidade necessária para tal feito, no intuito de propor um registro probabilístico para inteligência artificial. A pesquisa gerada pelos estudantes do departamento de Engenharia Mecânica e Automação da Universidade de Hong Kong utilizou registros visuais captados com apoio de câmeras especiais com sensores LIDAR e, também, escaneamento de imagens.

Os chineses geraram as nuvens de pontos em três dimensões que foram utilizadas na tentativa de obter um substituto plausível durante inspeções visuais. É uma referência importante para treinamento dos técnicos e mais um recurso visual.

O registro no controle de falhas com apoio da realidade aumentada possibilita o cadastro ainda durante a obra, conforme proposto em Outay et al. (2022). Integrando a fiscalização ao sistema de gestão em edifícios inteligentes, o desempenho do sistema de revestimento pode ser analisado com apoio da tecnologia. A Figura 6\_ exibe o fluxo de processos para aplicação de realidade aumentada em inspeções visuais.

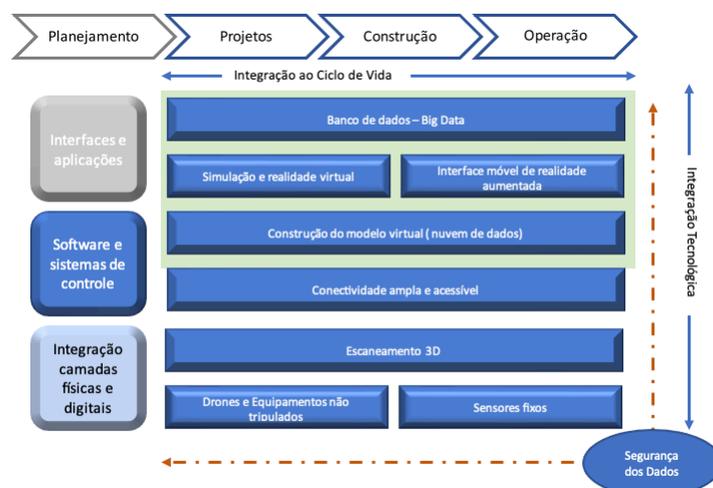


Figura 6 - Mapa de processos de Realidade Aumentada em Inspeções. Fonte: Outay et al. (2022).

Aplicação de inspeções visuais no controle do desempenho e vida útil ultrapassa o campo de edificações, como demonstrado em ASCE (2020). A técnica é utilizada, também, ao monitoramento ambiental com coleta de indicadores durante a operação diária na manutenção de parques e gestão do paisagismo urbano. Essa tecnologia revela-se um caminho importante para urbanistas, paisagistas e ambientalistas, principalmente, com intercâmbio de dados oferecido por ferramentas BIM na manutenção e desempenho em áreas urbanas inteiras, como demonstrado em Park et al. (2022). Como já exposto, os estudos quanto sistematização na coleta de dados têm grande volume de contribuições.

Ainda por contribuição de Pereira A. et al. (2011), a arquitetura dos dados em inspeções visuais deve atentar-se a três módulos fundamentais: tratamento e correlação entre a manifestação patológica e o sistema inspecionado; coleta padronizada dos dados durante a inspeção e, por último, atualização do banco de dados de manifestações patológicas e análise de causa e efeito da degradação. Os dados coletados dessa forma podem estabelecer linha de referência para manter edificações históricas, como demonstrado em diversas pesquisas, a exemplo do estudo de Carpio et al. (2021), que chega a comparar o banco de dados com doze igrejas de alvenaria e as ordena de acordo com o volume de danos e a importância de intervenção.

Conforme descrito até o momento, destaca-se que a quantidade de dados captados e tratados por equipes de monitoramento remoto é um ponto de atenção e depende de intenso treinamento dos inspetores de campo.

Há ainda situações de ambientes altamente hostis como rodovias de alto tráfego ou usinas nucleares, locais onde o acesso humano é complexo e o apoio de hardwares é fundamental. Apesar dos sensores e controladores remotos, a inspeção visual deve ser feita por meio de câmeras de monitoramento remoto, como apresentados nos estudos de Kim et al. (2021). Os autores chegam a propor telas específicas para visualização das informações em pontos de maior controle de risco.

No Japão, estudos sobre o processo de desempenho e seus fatores no desenvolvimento urbano de Suzuki & Shibata (2022) demonstram que áreas densamente ocupadas e que necessitam de reurbanização, exigem constante reanálise sobre o paradigma da vida útil projetada e tempo de ocupação. Os pesquisadores japoneses verificaram que por falta da correta informação dos fatores de desempenho, somente 14,5% das edificações japonesas possuíam revenda, percentual relativamente baixo comparados aos Estados Unidos (79,8%) e à Inglaterra (89,9%) onde há informações mais coesas e claras.

Grande parte dessa perda de imóveis, segundo os pesquisadores supracitados, decorre de falta de avaliação correta do bem edificado, principalmente, quando se aplica somente a variável anos de ocupação. A proposta deles é a criação de um “certificado de habitação” valorizando o ambiente construído e reintegrando o patrimônio ao mercado imobiliário.

Comparando com o mercado imobiliário estadunidense e inglês, que já aplicam metodologias semelhantes, os japoneses pretendem que, ao longo do tempo, a certificação possibilite a preservação de edificações históricas com investimentos de particulares, o apoio do sistema de financiamento bancário ou os benefícios de políticas públicas.

Na visão proposta, é mais viável para o gestor público preservar áreas edificadas do que fazer intervenções urbanas, como investimentos em vias, infraestrutura hospitalar e segurança pública. Autores como Jacobs J (2009) já apresentavam análises com conclusões semelhantes, no sentido de propor nova função as áreas urbanas consolidadas sem demolir todo o habitat.

## **1.2. DEGRADAÇÃO**

Segundo a ABNT NBR 15575-1:2021, o efeito da degradação é a forma mais evidente para a percepção da variação do desempenho, ou seja, observar a variação da aparência, funcionalidade ou segurança por meio de o estado de conservação. Além de apontar os efeitos da degradação, informa dados fundamentais para o gestor patrimonial. Esses dados são obtidos com apoio de relatórios de inspeções, conforme apresentadas na ABNT NBR-16747:2020, nas quais o monitoramento do estado de conservação é cadastrado de acordo com os elementos construtivos e os sistemas da edificação. A partir dos dados coletados, pode-se aferir a evolução da manifestação patológica, a evolução dos danos e a conseqüente perda de desempenho.

O investimento de proprietários e gestores nesse monitoramento requer relatórios coesos com informações técnicas de variáveis como estado de conservação, o status atual do elemento indicado e, se possível, a extensão dos danos. Com o acervo de dados dos relatórios, faz-se a programação de recursos financeiros em obras de manutenção e de reabilitação.

Apoiando o processo de observação e cadastro das manifestações patológicas perceptíveis, muitas normas e metodologias estabelecem a correlação qualitativa e quantitativa com fatores e técnicas embasadas em pesquisas. Para esta pesquisa estão salientados três casos de sucesso, como será demonstrado a seguir com a Norma Holandesa NEN 2767:2017, a Grade de Avaliação da Degradação do Habitat (GADH) e a GUT<sub>c</sub>, que foi proposta e desenvolvida pelo Laboratório de Avaliação do Ambiente Construído (PPG/FAU/LabRAC).

### **1.2.1. NORMA HOLANDESA - NEN 2767**

Criada com a finalidade de assegurar uma metodologia objetiva para avaliar a condição de todos os bens identificados no ambiente construído, a NEN 2767-1:2017 e suas partes, fornecem o resumo dos ativos e especifica como deve ser apresentada a análise da condição como demonstrado em Silva D. (2022).

Uma das vantagens dessa norma está no seu conjunto de dados, que não é restritivo, e pode ser acrescido com solicitações ao comitê de normas. A NEN 2767-1:2017 contém o método para a determinação e o registro da condição dos componentes

da construção ou instalação, desde um elemento até os sistemas construtivos, delimitando a área de aplicação conforme Figura 7.

Conhecido como “Avaliação da Condição” é um método indireto que determina a pontuação da condição por intermédio do registro, qualificação e quantificação de anomalias. Desse modo, compõe um dos meios para a análise da degradação.

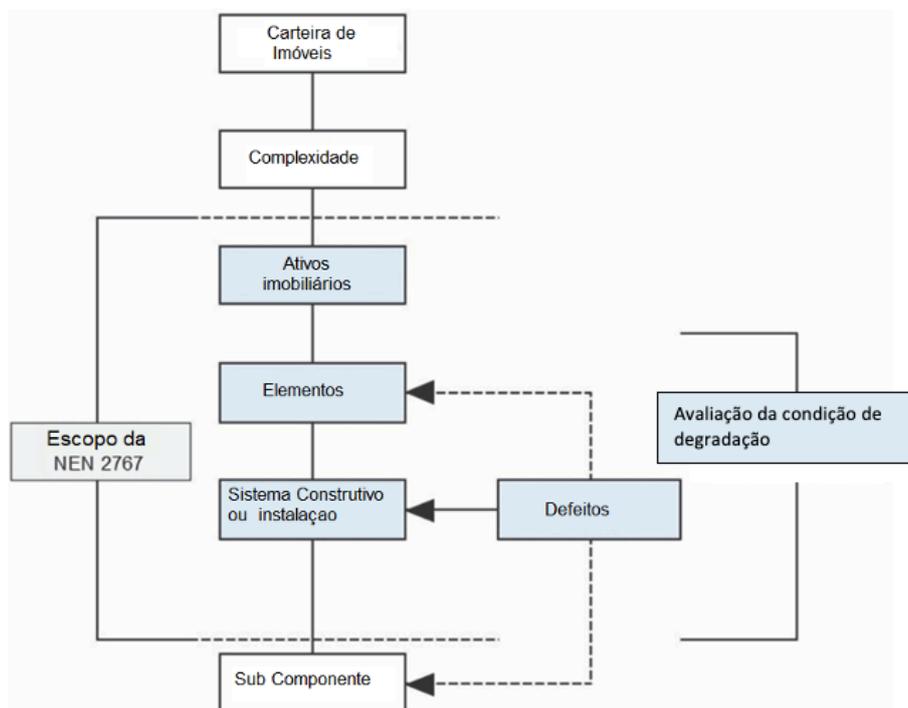


Figura 7 - Área de aplicação da NEN 2767:2017. Fonte: adaptado em layout da NEN 2767:2017.

Martinatti (2021) mostra que utilizando a NEN 2767-1 (2017) durante a inspeção predial, após vistoriar as anomalias, deve-se registrar outros parâmetros como importância, intensidade e extensão dos danos, o que permite ter uma visão ampla e global do processo construtivo, abrangendo desde o elemento ao sistema e sua função no empreendimento em uso.

Somente com a análise ampla do empreendimento é que se pode qualificar o dano. Por isso, o treinamento contínuo das equipes de manutenção e inspeção é fundamental para a eficiência dos métodos de registros da degradação, o que será demonstrado nesta tese.

#### 1.2.1.1. DEFEITOS VISTORIADOS - IMPORTÂNCIA

No processo de aplicação da NEN 2767:2017, Straub (2009) orienta que se deve inspecionar a edificação inicialmente, avaliando os defeitos de acordo com a importância

e segundo escala que varia de leve, grave ou crítica, atendendo as referências da Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação dos defeitos. Fonte: Martinatti (2021) apud Straub (2009).

Importância	Ação	Exemplo
Leve	Manutenção Acabamento Qualidade básica Degradação	Defeitos pequenos não prejudicam a função de um componente da construção
Grave	Pouco importante para funcionamento Superfície do material Envelhecimento de componentes secundários	Defeitos graves sem prejudicar diretamente a sua função
Crítica	Funcional básico Básico da construção Intrínseco do material	Defeitos críticos prejudicam diretamente a função de um componente da construção

A Tabela 1 apresenta parâmetros de referência que reduz a subjetividade de nomenclaturas como “leve”, “grave” ou “crítica” e auxilia na implementação de ações para resolução dos defeitos vistoriados.

#### 1.2.1.2. INTENSIDADE DOS DEFEITOS

A intensidade indica, na percepção do vistoriador, a agressividade de momento da manifestação patológica que está produzindo a degeneração.

Exemplos podem ser apresentados nos casos em que o defeito pode ser percebido de qualquer ponto de vista, ou nos casos mais graves, se o defeito alcançou o limite máximo de ataque e não tem mais espaço para progredir. Em termos de qualificação, varia de baixo, médio e alto, acompanhando a respectiva agressividade relatada. O valor correspondente de cada intensidade pode ser visto em escala da Tabela 2.

Tabela 2 - Intensidade dos defeitos. Fonte: adaptado em layout de Martinatti (2021).

Intensidade	Qualificação	Exemplo
1	Baixo	Defeitos invisível
2	Médio	Defeito perceptível a olho nú.
3	Alto	Limite máximo de progressão

Com os valores apresentados na Tabela 2, torna-se possível apresentar e propor, a magnitude da intensidade dos defeitos sobre um sistema estrutural.

### 1.2.1.3. EXTENSÃO DOS DANOS

Com a importância e a intensidade, já estão caracterizadas a presença do defeito e a agressividade que está agindo. O último campo para esclarecer no relatório de inspeção, segundo a NEN 2767:2017, é o registro da extensão do dano. A norma apresenta cinco opções pré-estabelecidas (Tabela 3), de acordo com a porcentagem afetada pelos defeitos vistoriados.

Tabela 3 - Extensão dos danos. Fonte: adaptado em layout de Martinatti (2021).

Extensão	Porcentagem	Exemplo
Extensão 1	<2	Defeitos ocorre de forma espaçada ou reduzida
Extensão 2	2 - 10	Defeito pontual
Extensão 3	10 - 30	Defeito com incidência regular
Extensão 4	30 - 70	Defeito com mais frequência
Extensão 5	>70	Defeito generalizado

Percebe-se a não proposição de valores exatos da extensão, pois trata-se de uma análise visual. O registro deve conter somente parâmetros avaliativos que possibilitem a equipe manutenção ou reparo tomar decisões.

A classificação da condição possui valores de referência na Tabela 4 em uma escala de seis pontos parametrizados por Martinatti (2021), que variam do valor “0,17”, indicando a melhor condição possível e o valor “1” para os casos de o pior cenário.

Tabela 4 - Classificação da Condição parametrizada. Fonte: adaptado em layout Martinatti (2021).

Condição	Descrição	Exemplos
0,33	Bom	Elementos e sistemas funcionam sem falhas, com algumas exceções
0,50	Razoável	Pode haver interrupções ocasionais sem afetar o processo comercial
0,67	Ruim	Podem ocorrer interrupções locais no funcionamento
0,83	Grave	Podem ocorrer interrupções no uso com regularidade
1	Péssimo	Existem constatações máximas de anomalias nos componentes do edifício

A matriz de classificação resultante está organizada de acordo com a sequência de defeitos, como pode ser observada na Tabela 5, com as linhas representando a intensidade e as colunas, a extensão.

A norma, empiricamente, induz o vistoriador ao processo que deve ser cadastrado e, em seguida, calculado o indicador de degradação, como ocorre em inspeções normais. Isso evita ambiguidades na tomada de decisão, uma vez que o valor pode ser justificado

segundo o raciocínio adotado naquele instante do cadastro. Analisa-se o defeito, logo após a intensidade e, finalmente, a extensão afetada.

Tabela 5 - Classificação da Condição parametrizada. Fonte: adaptado em layout Martinatti (2021).

DEFEITO	INTENSIDADE	EXTENSÃO				
		1	2	3	4	5
		<2%	2%-10%	10%-30%	30%-70%	>=70%
LEVE	Baixa	0,17	0,17	0,17	0,17	0,33
	Média	0,17	0,17	0,17	0,33	0,50
	Alta	0,17	0,17	0,33	0,50	0,67
GRAVE	Baixa	0,17	0,17	0,17	0,33	0,50
	Média	0,17	0,17	0,33	0,50	0,67
	Alta	0,17	0,33	0,50	0,67	0,83
CRÍTICO	Baixa	0,17	0,17	0,33	0,50	0,67
	Média	0,17	0,33	0,50	0,67	0,83
	Alta	0,33	0,50	0,67	0,83	1,00

Segundo a visão ampla e global proposta, a avaliação da condição decorre de análises da sequência das escolhas do tipo de defeito vistoriado (Tabela 1), a intensidade deste defeito (Tabela 2), a extensão do dano ocasionado (Tabela 3) e, por fim, a condição parametrizada por Martinatti (2021). Agrupadas essas variáveis, pode-se avaliar a condição do elemento ou sistema (Figura 8).

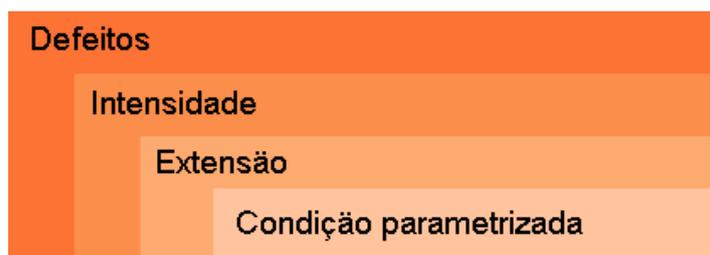


Figura 8 - Processo de avaliação. Fonte: adaptado em layout de Martinatti (2021).

Straub (2009) acrescenta que, para tornar o uso mais confiável, pode-se aplicar defeitos e intensidades de referências com amostras de análises anteriores, com o objetivo de treinamento de novos técnicos em análise visual. O indicador de degradação (ID) final do sistema ou habitat analisado é a média total dos valores da condição parametrizada.

O autor explana, igualmente, sobre o uso de medições avançadas dos danos e das degradações, com tecnologias e sensores aplicados a sistemas de banco de dados, visando à inteligência artificial para tornar possível a geração ponto a ponto da variação do desempenho.

### **1.2.2. GRADE DE AVALIAÇÃO DO HABITAT - GADH**

Caso de grande aceitação no mercado francês é o guia metodológico GADH - *Grille d'évaluation de la dégradation de l'habitat* ou Grade para Avaliação da Degradação do Habitat.

Desenvolvida pela Agência Nacional de Habitação Francesa - Anah (2011) , o GADH tem o foco na avaliação da degradação de imóveis, independentemente do ano de construção, mas com ocupação diversas, desde residenciais a comerciais. O documento já foi adaptado ao mercado brasileiro pelos pesquisadores Oliveira M. A. (2013) e Oliveira e Pantoja (2022).

A Anah financia estudos e programas para identificar a necessidade de intervenção no parque habitacional privado (situações de insalubridade, falta de habitabilidade, proprietários em dificuldade financeira, precariedade energética etc.) e oferecer apoio abrangente para captar recursos com objetivo de restabelecer a aparência, funcionalidade e segurança dos imóveis.

A qualidade e relevância dos incentivos de investidores à melhoria da habitação dependem, sobretudo, de conhecimento multidisciplinar envolvendo entidades de cunho social, técnico, financeiro, administrativo e jurídico.

#### **1.2.2.1. ANAH -AGÊNCIA NACIONAL DE HABITAÇÃO**

A Agência Nacional de Habitação Francesa - Anah aplica vistorias visuais efetuadas por técnicos arquitetos ou engenheiros com objetivo de auxiliar a captação de financiamentos para reforma e reabilitação do patrimônio edificado. Essas vistorias são essenciais para ajudar os proprietários a elaborarem o projeto de recuperação do imóvel e preparem arquivos para captação de subsídios do mercado financeiro.

De fato, as dificuldades financeiras dos proprietários, falta de conhecimento técnico dos problemas ligados à moradia, nível de degradação do edifício e especificidades da arquitetura dos edifícios antigos requerem apoio intenso durante todo o processo.

Para garantir a eficácia de sua intervenção em comunidades com habitações degradadas, a Anah (2011) formatou uma ferramenta que permite a avaliação do nível de degradação de uma habitação ou de um edifício com base em um diagnóstico técnico preliminar.

Dependendo do nível de degradação observado, o imóvel pode ser qualificado com danos de fraco a muito importante. E, também, com uma taxa específica de subsídio quantificada para financiar a obra.

Com base no diagnóstico técnico registrado na planilha, que avalia a extensão geral dos danos ou disfunções, é possível calcular ao indicador de degradação. A grade para avaliação da degradação da habitação (GADH) é uma planilha que atende ao relatório de análise complementar com informações fotográficas, detalhes dos elementos e sistemas construtivos, objetos da inspeção e diagnóstico técnico úteis para a avaliação geral do estado de degradação do sistema construtivo ou parte deste.

O relatório de análise e a grade para avaliação da degradação objetiva:

- Definição de um nível de degradação da habitação/construção, justificando uma intervenção de reforma (subsídio financeiro, no caso da Anah);
- Conhecimento do estado inicial dos sistemas para o planejamento do trabalho aplicado afim restabelecer a habitabilidade;
- Padronização de práticas dos técnicos nas inspeções visuais;
- Estabelecimento de nexos de causalidade entre o diagnóstico feito no campo e as ações de correção para estabelecer o padrão de uso do imóvel.

O guia metodológico da grade para avaliação da degradação da habitação destina-se aos serviços de apoio estatal francês para incentivo fiscal e financeiro na melhoria das habitações privadas e aos estudos técnicos, no controle de investimentos e restabelecimento da condição de usabilidade dos imóveis.

Ao final da inspeção, elabora-se um dossiê, com a grade de avaliação, o seu conteúdo, com o seu sistema de pontuação e indicações sobre o diagnóstico do técnico.

#### **1.2.2.2. DESCRIÇÃO GERAL ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO**

A primeira parte da grade, denominada "descrição geral", é reservada para informações gerais e detalhes técnicos, como data da avaliação, nome do técnico e sistema vistoriado. O mesmo ocorre para o cadastro do empreendimento com endereço, ano de construção do edifício ou da residência, o consumo de energia antes da reforma, o número de andares, o número de quartos e as áreas de moradia (no caso de uma casa unifamiliar ou de uma residência).

Para a padronização dos vistoriadores na coleta de informações durante análise visual, a metodologia da GADH instrui procedimentos organizados nos dados em campos

definidos na Figura 9. Todo o passo a passo com detalhes dos campos e processo de preenchimento está no ANEXO I desta pesquisa.

The image shows a complex form for habitat degradation evaluation. It is divided into several sections:

- A. Dados Gerais:** Fields for address, date of evaluation, name of evaluator, year (1900), and PAV (2).
- B. Descrição Técnica, detalhes dos elementos em falta e características especiais:** Text area for technical details and special characteristics.
- C. Elementos:** A table listing main components (Fundações, Estrutura, Cobertura) and their status (CS).
- D. Critérios a serem preenchidos:** A table with columns for status note, extent of damage, percentage of elements in question, and number of levels involved.
- E. Notas Calculadas:** A table showing calculated degradation notes for each element and overall scores (DM, DG, ID).
- F. Nota de Degradação dos Elementos Principais (DM):** 48%
- G. Nota de Degradação dos Elementos Gerais (DG):** 29%
- H. Indicador de Degradação (ID):** 0,35

Below the form, there are explanatory notes for sections A, B, C, D, E, F, G, and H.

Figura 9 - Layout - Grade para Avaliação da Degradação do Habitat - GADH.

Fonte: adaptado em layout de Anah (2011).

O formato de planilha é o melhor para apresentação dos dados, com a página na orientação paisagem, e o tamanho do papel mínimo recomendado é o tamanho A4 alongado.

### 1.2.2.3. A DEGRADAÇÃO DOS ELEMENTOS GERAIS (DG)

O *General Degradation Score* (DG) é usado para avaliar a degradação em todos os elementos. É igual à razão entre a soma das notas de degradação de cada elemento e a soma das notas máximas de degradação que, teoricamente, podem ser atribuídas a cada elemento (valor máximo de referência).

### 1.2.2.4. INDICADOR DE DEGRADAÇÃO (ID)

O indicador de degradação é composto e calculado a partir da equação com a utilização dos valores de DM e DG. Esse cálculo permite situar a habitação ou o edifício de acordo com os 3 níveis de degradação definidos pela Anah: “degradação inexistente ou fraca”, “degradação média” ou “degradação muito importante”.

No modelo matemático gerado, o valor de ID é a distância entre o ponto de degradação mais alto (0: DM = 100%, DG = 100%) e o ponto de degradação da estrutura avaliada. A equação (1) representa a fórmula utilizada no cálculo do indicador de degradação.

$$ID = 1 - \sqrt{\left(\frac{(1 - DM)^2 + (1 - DG)^2}{2}\right)} \quad (1)$$

Onde:

DM - Degradação dos elementos principais;

DG - Degradação dos elementos gerais;

Os valores comparativos de ID da Tabela 6 auxiliam na tomada de decisão, utilizados como referência estabelecidos pela Anah.

Tabela 6 - Valores de referência do Indicador de Degradação (ID).

Fonte: adaptado em layout de Anah (2011).

Valores de referência de ID
Se $ID < 0,40$ - inexistente ou fraca
Se $0,40 < ID < 0,55$ - degradação média
Se $ID > 0,55$ - degradação muito importante

Como exemplo, em análise hipotética, em um imóvel com valores de  $DM = 52\%$  e  $DG = 56\%$ , o indicador de degradação do imóvel (ID) calculado será 0,54 e, de forma gráfica, deve ser representado conforme a Figura 10:

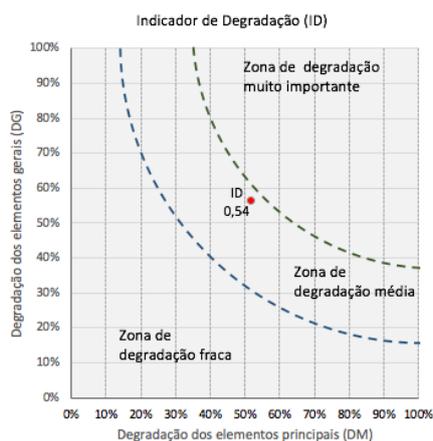


Figura 10 - Índice de Degradação - GADH. Fonte: adaptado em layout de Anah (2011).

O  $ID=0,54$  indica que o imóvel está em uma zona de degradação média, viabilizando a análise comparativa com outros imóveis e estabelecer um conjunto de informações para solicitação de financiamentos.

Em face de objetivo principal de avaliar subsídios a particulares, mantendo salubridade, habitabilidade e eficiência energética, o padrão da GADH foi difundido (ver Tabela 7) para imóveis de interesse social com características de ocupação.

Tabela 7 - Tipo de Imóveis avaliados pela GADH. Fonte: adaptado em layout de Anah (2011).

Tipo de grade de avaliação	Itens avaliados	Consideram-se componentes principais	Representatividade de elementos influentes em geral
Casa unifamiliar	35	24	68%
Construção coletiva (área comum)	32	20	63%
Habitações coletivas (área privativa)	24	16	66%

A aplicação da GADH no presente trabalho demonstrou-se confiável, mesmo em modelos que excedam os parâmetros constantes na Tabela 7, mas mantendo a observação da representatividade dos elementos principais.

### 1.2.3. MÉTODO GUT<sub>C</sub>

Composto de dados combinados dos estudos da ISO 9000 com a análise dos estados de conservação do empreendimento, o Método GUT<sub>C</sub> proposto por Oliveira & Pantoja (2021) se demonstra eficiente para aplicação em inspeções prediais.

A Matriz GUT (Gravidade x Urgência x Tendência) proposta por Charles H. Kepner e Benjamin B. Tregoe, em 1981, como uma das ferramentas na gestão de qualidade total (GQT) utilizadas para tomada de decisões muito difundida por autores como Wicher et al. (2018). No mercado da construção civil, Gomide et al. (2011) parametrizaram a matriz GUT aplicando a qualidade total aos processos construtivos e viabilizando o uso desta ferramenta nas inspeções para manutenção e conservação patrimonial.

Pela facilidade e rápida aplicação do método, muitas pesquisas foram desenvolvidas como Oliveira et al. (2022). A Tabela 8 apresenta a classificação qualitativa e a respectiva pontuação dos critérios de cada elemento da matriz de prioridade GUT parametrizada.

Tabela 8 - Classificação e pontuação dos critérios da matriz de prioridade GUT.

Fonte: Gomide, Neto e Gullo (2011).

Grau	Código	Peso	Gravidade	Urgência	Tendência
Total	T	10	Perda de vidas humanas, do meio ambiente ou do próprio edifício	Evento em ocorrência	Evolução imediata
Alto	A	8	Ferimento em pessoas, danos ao meio ambiente ou ao edifício	Evento prestes a ocorrer	Evolução em curto prazo
Médio	M	6	Desconfortos, deterioração do meio ambiente ou do edifício	Evento prognosticado para breve	Evolução em médio prazo
Baixo	B	3	Pequenos incômodos ou pequenos prejuízos financeiros	Evento prognosticado para adiante	Evolução em longo prazo
Nenhum	N	1	Nenhuma	Evento imprevisto	Não vai evoluir

Cada um dos itens da matriz GUT possui função específica, como, por exemplo, a gravidade representa o impacto e a intensidade que o dano pode gerar com o tempo; a urgência determina o tempo necessário para reparação do dano e, finalmente, a tendência demonstra o potencial de crescimento do dano, ou seja, a evolução do nível de criticidade.

Após a atribuição da pontuação de todos os critérios de uma anomalia - Gravidade, Urgência e Tendência - calcula-se uma nota para esta anomalia, indicando a prioridade de correção, o que pode servir, também, como ordem na sequência das anomalias na Matriz GUT.

Para complementar a matriz GUT, o Critério de Heidecke estabelece que ao longo da vida útil do imóvel o estado de conservação (C), que está parametrizado conforme a Tabela 9, define como os danos vistoriados se desenvolverão. Amplamente difundido no mercado de avaliações imobiliárias o Critério de Heidecke apresenta nove estados de conservação, determinando a correlação qualitativa e quantitativa, auxiliando a inspeção visual sem considerar a sua obsolescência funcional.

Tabela 9 - Estado de Conservação de Heidecke. Fonte: Radegaz (2013).

Estados	Estado de Conservação	C (%)
a	Nova	0,000
b	Entre nova e regular	0,003
c	Regular	0,025
d	Entre regular e reparos simples	0,081
e	Reparos simples	0,181
f	Entre reparos simples a importantes	0,332
g	Reparos importantes	0,526
h	Entre reparos importantes a sem valor	0,752
i	Sem valor	1,000

O conjunto denominado como  $GUT_C$  por Oliveira e Pantoja (2021) estabelece a visão instantânea da degradação por meio da matriz GUT, acrescentando a forma como esse dano evoluirá, conforme Critério de Heidecke, o que auxilia no planejamento das ações para reparos. O valor da degradação resultante do sistema ou elemento construtivo vistoriado é calculado com indicador  $GUT_C$  apresentado na equação (2) em conjunto com os estudos de depreciação. O Critério de Heidecke estrutura o método de Ross-Heidecke utilizado para apresentar a perda patrimonial decorrente da depreciação.

$$GUT_C = \frac{(G + U + T) * (1 + C)}{60} \quad (2)$$

Onde:

G= Peso adotado para a gravidade;

T= Peso adotado para a tendência;

U= Peso adotado para a urgência;

C= Estado de conservação de Heidecke.

O cálculo da degradação apresentado pelo indicador  $GUT_C$  está parametrizado, possibilitando a comparação entre os métodos da NEN 2767 e GADH.

Com o ajuste da coleta de dados, pode-se calcular a degradação por qualquer um dos métodos apresentados. É importante cadastrar os pontos que não possibilitam recuperação por causa de obsolescência, tanto funcional quanto econômica.

### 1.3. DESEMPENHO

Com a introdução da norma de desempenho ao mercado de construção civil houve a necessidade da revisão de procedimentos de mão de obra e da tecnologia dos materiais aplicados. Os empreendedores passaram a preocupar-se com a expectativa de vida útil, a eficiência, a sustentabilidade e a manutenção, entre outros fatores de qualidade do produto entregue aos usuários. Para avaliar o impacto desses aspectos nas edificações, novos conceitos foram criados e a terminologia técnica passou por ajustes.

Ornstein (1990) alerta que é importante considerar que o desempenho do edifício depende da interação adequada entre projetistas, contratante, construtor e usuário. É recorrente que soluções propostas em projeto não apresentem desempenho esperado por falta de observação das especificações de projeto durante a execução, a manutenção ou a operação.

Desse modo, antes do explicar sobre desempenho de um material, de um sistema ou de um edifício, convém definir a linha conceitual, contextualizando o porquê da indispensabilidade de observação do desempenho.

#### 1.3.1. CICLO DE VIDA DOS IMÓVEIS

Matos & Wagner (1998)Matos & Wagner (1998)A gestão do patrimônio edificado exige uma percepção ampla das variáveis envolvidas nos processos que envolvem o ciclo de vida dos imóveis. Somente na extração de material da natureza para insumos utilizados em obra em países como Japão e Estados Unidos, a construção civil é responsável por 50% e 75% do consumo de toda a matéria bruta produzida, segundo Kassai (1998) e Matos & Wagner (1998). A Figura 11 ilustra parte do *Life Cycle Assessment (LCA)*, ou ciclo de vida dos produtos para construção civil.

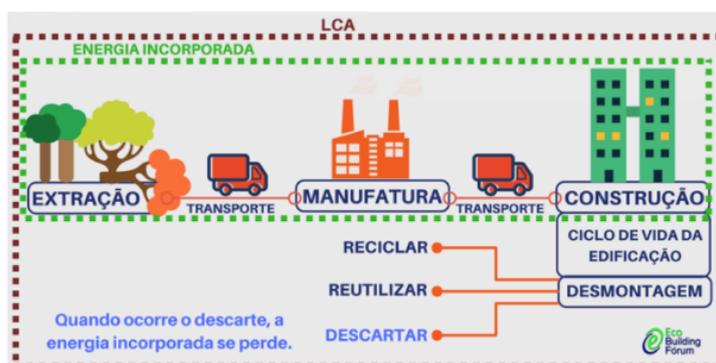


Figura 11 - Avaliação do ciclo de vida (LCA).

Fonte: <https://ecobuildingforum.com.br> acesso 22/12/2022.

Percebe-se que no processo de transformação do material bruto para o acabamento estão envolvidos transportes de longas distâncias, consumos de várias fontes energéticas e cargas ambientais significativas. Todo esse ciclo está presente nas ações rotineiras de construção, manutenção, desmobilização e demolição do ambiente construído.

Há duas etapas importantes no ciclo de vida de sistemas. A primeira envolve sistemas como revestimento, pintura, parede e esquadrias vinculados ao período de manutenibilidade e conservação por tratar-se de investimento de rotina e fazem parte do modo de uso do habitat. O segundo refere-se a sistemas como estrutural, instalações elétricas, hidrossanitárias e equipamentos que perduram maior tempo, mas em compensação são solicitados em demasia pelas sucessivas reformas e adaptações ocorridas. No caso de investimento em imóveis para venda ou locação, parte destas reformas e adaptações deve-se a necessidade de desempenho do usuário ocupante no período específico do ciclo de vida do habitat.

Dado exposto é perceptível que o ciclo de vida do imóvel possui interdependência direta com o equilíbrio financeiro dos usuários, premissas pessoais de desempenho exigindo ciclos periódicos de investimento. Aprofundando o estudos sobre necessidade e desempenho aplicado ao mercado imobiliário, em 2015 entrou em vigência no Brasil.

### 1.3.2. ABNT NBR 15575 - EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS - DESEMPENHO

Diferentemente das normas prescritivas, a série da ABNT NBR 15575 traz os conceitos de desempenho com foco no atendimento às exigências do usuário, adequando soluções de forma técnica e econômica. A norma aborda conceitos como requisitos mínimos, critérios de análise, métodos de avaliação da durabilidade dos sistemas, as condições de manutenção, entre outros. De forma ilustrativa, a Figura 12 representa a estrutura da norma, estabelecendo o nível de acordo com as exigências dos usuários e do produto da construção civil.



Figura 12- Resumo esquemático da ABNT NBR 15.575-1:2021. Fonte: AsBEA & CAU (2013)

Essa é uma tentativa de atender ao mercado consumidor de imóveis com qualidade e durabilidade acordada no manual de operação, uso e manutenção dos diversos sistemas que compõem a edificação.

Segundo a ABNT NBR 15575-1:2021, sistema é a parte funcional do edifício - um conjunto de elementos e componentes destinados a cumprir a macro função que a define. A Figura 13 apresenta a hierarquia entre o material argila como base do componente 'tijolo' que, por sua vez, produz o sistema 'parede'.



Figura 13 - Conceito de Sistema de acordo com a ABNT NBR 15575-1:2021.

A previsão da durabilidade e vida útil, segundo Bauer (2017), é feita a partir de conhecimento do material e do seu grau de degradação, analisando parâmetros mensuráveis, escolhidos como indicadores de degradação. Esse fator é, normalmente, traduzido em funções de curvas de dose/resposta. Essas curvas, com dados recolhidos em ensaios, expressam o tipo de degradação e o desempenho em função da exposição ao agente degradante, auxiliando a quantificação do tempo restante de uso.

O desempenho e a durabilidade devem ser utilizados nos seguintes contextos:

- Desempenho: comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas;
- Durabilidade do edifício e de seus sistemas é uma exigência dado o investimento do usuário e o nível de acordo de serviço do contrato estabelecido, pois está diretamente associada ao custo global do bem imóvel;
- Vida útil: é o período em que um edifício e/ou seus sistemas prestam-se às atividades para as quais foram projetados e construídos, considerando a periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção.

No conceito de vida útil, fica perceptível, novamente, a complexidade e o conjunto de atividades necessárias para prever, conservar ou recuperar o desempenho de um imóvel. O estudo pontual dos sistemas como parte funcional do edifício é imprescindível também.

Para os técnicos que trabalham na área de avaliação imobiliária, os conceitos apresentados na ABNT NBR 15.575-1:2021 ampliam as variáveis e a complexidade de quantificar a depreciação em um imóvel. O profissional técnico necessita observar o estado de conservação de cada sistema isoladamente para, depois, apresentar a depreciação global do imóvel.

Cabe salientar que cada sistema possui depreciação característica e vida útil correspondentes, compondo parcelas separadas de uma equação que formulará o coeficiente de depreciação global do imóvel, como será apresentado adiante.

A norma de desempenho ainda apresenta o conceito de vida útil de projeto como meta para a durabilidade esperada dos sistemas, ou seja, o que foi planejado, inicialmente, uma vez atendidas as premissas de manutenção cíclica de cada sistema.

Nesse contexto, o projetista apresenta o manual de manutenção dos sistemas (revestimento, estrutura, esquadrias e outros), orientando o usuário para a correta manutenção, visando preservar a capacidade funcional, evitar a decrepitude e a perda de desempenho.

Como referência quantitativa foi normatizado dois parâmetros – mínimo e superior –, conforme descritos na Tabela 10.

Tabela 10 - Exemplos de VUP para diversas partes da edificação. Fonte: ABNT NBR 15575-1:2021.

Parte da edificação	Exemplos	VUP (anos)	
		Mínimo	Superior
Estrutura principal	Fundações, elementos estruturais (pilares, vigas, lajes e outros)	≥50	≥75
Estruturas auxiliares	Muros, divisórias, estrutura de escadas externas	≥20	≥30
Vedação externa	Paredes de vedação externa, painéis de fachada	≥40	≥60
Vedação interna	Paredes e divisórias, escadas internas, guarda-corpos	≥20	≥30
Cobertura	Estrutura da cobertura e coletores de águas pluviais	≥20	≥30
	Talhamento	≥13	≥20
	Calhas de beiral e coletores de águas pluviais aparentes/facilmente substituíveis	≥4	≥6
	Rufos, calhas internas (de ventilação, iluminação)	≥8	≥12
Revestimento interno aderido	Piso, parede e teto: de argamassa, de gesso, de cerâmica, de pedra, de tacos e assoalhos	≥13	≥20
Revestimento interno não-aderido	Piso: têxteis, laminados ou elevados; lambris; foros falsos	≥8	≥12

Em síntese, o conceito de vida útil de projeto trouxe para o mercado imobiliário brasileiro a necessidade de inclusão de novas variáveis para o cálculo do valor dos imóveis, exigindo das construtoras limites para estabelecer as garantias do produto. Apesar de ser sugestivo, o desempenho estabelecido não fragmenta, evidentemente, a aparência, funcionalidade e a segurança, o que vem causando diversas lides judiciais.

Considerando as contribuições apresentadas, se a vida útil é tão importante a ponto de ser parametrizada, como poderia ser interpretado o caso de residência particular (Figura 14) no município de Natividade, estado de Tocantins - Brasil?



Figura 14 - Residência particular em Natividade - Tocantins Fonte: IPHAN (2009).

E como ficam as edificações que estão com mais de cem anos e ainda possuem condições para serem ocupadas com conforto e esplendor, como é o caso do Hotel Copacabana Palace, no Rio de Janeiro? Construída em 1923, seria essa edificação um imóvel decrépito com vida útil encerrada? Não é o que aparece nas imagens de divulgação da rede hoteleira que o administra, como na Figura 15.

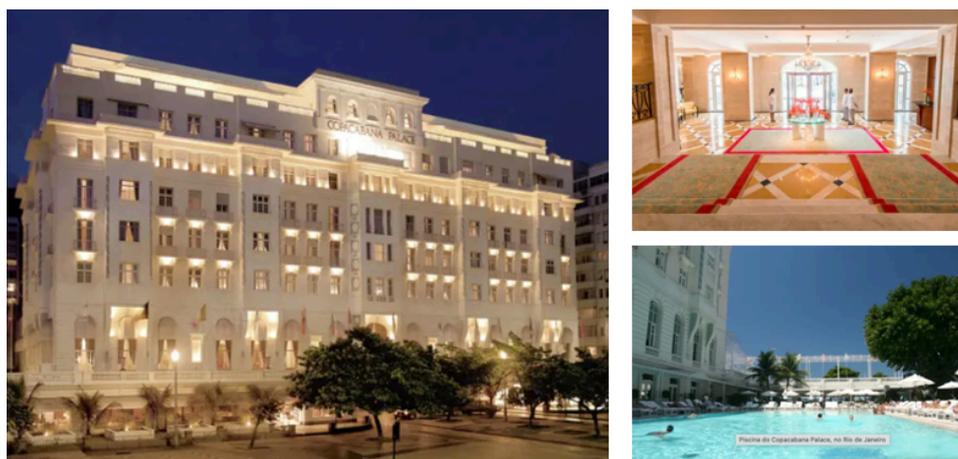


Figura 15 - Copacabana Palace/RJ - Construído em 1923. Fonte: Wikipedia acessado em 25/11/2022.

O Brasil possui, aproximadamente, quinhentos anos e uma estrutura urbana, teoricamente, recente, portanto, a pesquisa tem de buscar referências em continentes onde grandes cidades e seus problemas de urbanização já existiam em séculos passados, como os XVII e XVIII. Casos semelhantes ao prédio do Hotel Copacabana Palace fazem parte do aprendizado sobre vida útil e de como tratar o bem edificado no mercado imobiliário. A comunidade europeia chegou a emitir normas por intermédio de comitês internacionais,

consolidando diretrizes, inclusive, para investimento e captação de recursos sobre patrimônio edificado como será apresentado no item 1.3.3.

### **1.3.3. ISO 15.686 - BUILDINGS AND CONSTRUCTED ASSETS.**

Vários países possuem estudos para o estabelecimento de regulamentos e padrões para tratar de durabilidade e da vida útil do imóvel durante todo o ciclo de vida, que abrangem planejamento, projeto, construção, as fases de uso de um edifício e o descarte final, quando demolido.

No Japão, existe *Guide for Service Life Planning of Buildings* (AIJ1993) no qual estão descritos os conceitos fundamentais de durabilidade de cada fase do ciclo de vida do edifício, envolvendo todo o processo construtivo, modernização, desocupação e demolição.

Na Nova Zelândia, exigências quantitativas para a vida útil dos materiais do edifício foram introduzidas no *Building Code*, de 1992 (BIA 1992). O Reino Unido publicou o *National Standard for Prediction of Durability and Service Life of Buildings and Buildings Elements*, em 1992, para predição (modelos estatísticos) da durabilidade e da vida útil de edifícios que estruturam elementos, produtos e componentes (BSI 1992). No Canadá, um padrão semelhante foi publicado em 1995 (CSA 1995). Na Noruega foram publicados padrões nacionais que descrevem especificações para operação, manutenção e renovação de edifícios e construção civil (NS 1995).

O Comitê Internacional de Normatização (*International Organization for Standardization*), por meio do *Conseil International du Bâtiment - CIB*, lançou a norma ISO 15686:2011 com orientações de conceitos para o planejamento da vida útil de edificações e de ativos a serem construídos. Esse documento é considerado pelo mercado europeu como o “Estado da Arte” na gestão de edificações e patrimônios construídos.

As atribuições de cada parte da norma estão assim representadas:

- BS ISO 15686-1:2011- *General Principles and Framework*: orienta os procedimentos dos projetos e instrui o planejamento da vida útil dos edifícios e bens construídos. Introduz o método fatorial, que é o modelo matemático multiparâmetro para estimar a vida útil de construções e seus sistemas;

- BS ISO 15686-2:2012 - *Service Life Prediction Procedures*: descreve o procedimento para a previsão de vida útil dos componentes do edifício. Define parâmetros para princípios e requisitos das pesquisas sobre o assunto;

- BS ISO 15686-3:2002 - *Performance Audits and Reviews*: Descreve os cuidados na gestão dos projetos e construção com a finalidade de implementar ações que garantam o desempenho satisfatório;

- BS ISO 15686-4:2014 - *Service Life Planning Using Building Information Modelling*: descreve o procedimento para a previsão da vida útil de uma estrutura, o sistema de construção ou edifício, considerando as diferentes condições ambientais e de uso;

- BS ISO 15686-5:2017 - *Life-Cycle Costing*: apresenta modelos de custo, gestão e manutenção das construções, tendo em vista o custo global, para permitir uma avaliação comparativa do desempenho dos custos de edifícios e patrimônio construídos ao longo de um determinado período de tempo;

- BS ISO 15686-6:2001 - *Procedures for considering environmental impacts*<sup>1</sup>.

- BS ISO 15686-7:2017 - *Performance Evaluation for feedback of Service Life Data from Practice*: propõe modelos para avaliação de desempenho na coleta de dados da vida útil dos edifícios existentes e bens construídos. Inclui a definição dos termos a serem usados e expõe como o desempenho (técnico) pode ser descrito e documentado para garantir consistência;

- BS ISO 15686-8:2008 - *Reference Service Life and Service-Life Estimation*: orienta como devem ser coletados e selecionados os parâmetros para análise da vida útil de referência (VUR) e da vida útil estimada a serem utilizadas no método fatorial. A maioria dos dados sobre a VUR é fornecida pelos fabricantes com o objetivo de selecionar fornecedores com dados de maior confiabilidade;

- BS ISO 15686-9:2008 - *Guidance on Assessment of Service-life data*: fornece proposições para a avaliação e apresentação dos dados da vida útil de referência. É aplicável aos fabricantes ou produtores que fornecem dados da vida útil de referência para utilização no planejamento da vida útil, de acordo com a norma ISO 15686;

- BS ISO 15686-10:2010 - *When to Assess Functional Performance*: estabelece requisitos para verificar o desempenho funcional durante a vida útil dos edifícios e instalações relacionadas;

- BS ISO 15686-11:2014 – *Terminology*- Está em ajustes com o comitê ISO/TC 59/SC 14;

---

<sup>1</sup> Cancelada, sem substituição. Fonte: <https://www.abntcatalogo.com.br/grd.aspx> acessado em 02/04/2023

A primeira parte da norma BS ISO 15686-1:2011 apresenta conceitos inovadores que serão úteis para o desenvolvimento deste trabalho:

- Custo do ciclo de vida (*life-cycle cost - LCC*): custo de um ativo ou de suas partes ao longo de seu ciclo de vida, cumprindo os requisitos de desempenho;
- Custeio do ciclo de vida (*life-cycle costing*): metodologia para avaliação econômica sistemática dos custos do ciclo de vida ao longo de um período de análise, conforme definido no escopo acordado;
- Vida útil estimada (*estimated service life-ESL*): tempo de vida útil em serviço que um edifício ou partes de um edifício deveria cumprir, considerando as condições específicas de uso. Esse dado é determinado a partir da análise da vida útil de referência após verificar quaisquer diferenças com as condições de uso;
- Vida útil prevista (*Predicted Service Life*): é a vida útil prevista pelo desempenho registrado ao longo do tempo de acordo com o procedimento descrito na norma ISO 15686-2:2012 e, em conformidade, com critérios de manutenção estabelecidos em projeto;
- Vida útil de referência (*Reference service life-RSL*): é a vida útil de um produto, elemento, sistema que servirá como linha de base para comparação, gerando a estimativa da vida útil de um edifício ou de parte de um edifício em outras condições de uso;
- Vida útil projetada (*Forecast Service Life*): é a duração da vida útil prevista pelo projetista, levando em conta os dados de vida útil estimada ou de vida útil prevista;
- Planejamento da vida útil (*Service Life Planning*): é a elaboração do programa de ações que devem ser executados para cumprir a vida útil projetada;
- Agente de degradação: é toda a ação que atua sobre um edifício ou parte dele, agindo negativamente sobre seu desempenho;
- Mecanismo de degradação: é uma forma de alteração química, física ou mecânica que produz efeitos negativos em propriedades críticas dos produtos de construção;

- Degradação: é a alteração ao longo do tempo da composição, microestrutura e propriedades de um produto (material ou componente), que resulta na redução do seu desempenho. Em suma, degradação é a forma de medir o desempenho;
- Colapso, ruína: é a perda da aptidão de um edifício ou de parte de um edifício;
- Avaliação do desempenho: é a avaliação das propriedades críticas com base em medições ou inspeções periódicas;
- Desempenho em serviço: é a capacidade de um edifício ou de parte de um edifício nas condições de serviço.

Segundo a BS ISO 15686-5:2017 é importante atentar aos investidores o conceito de que o custo do ciclo de vida de um imóvel deve conter o plano de investimento com toda a gestão financeira dos processos executados no imóvel. Basicamente, o empreendimento pode ser decomposto em duas grandes etapas: a primeira engloba planejamento de obra, projetos, construção e a reserva financeira para o descarte da edificação ao final de sua vida útil; e a segunda etapa compreende a operação e manutenção.

A grande contribuição desse conceito é alertar para que os investimentos efetuados durante a primeira etapa, em período de tempo relativamente curto, serão iguais ou superiores aos investimentos necessários para manter o empreendimento durante sua operação. A Figura 16 representa o investimento necessário durante o ciclo de vida do imóvel.

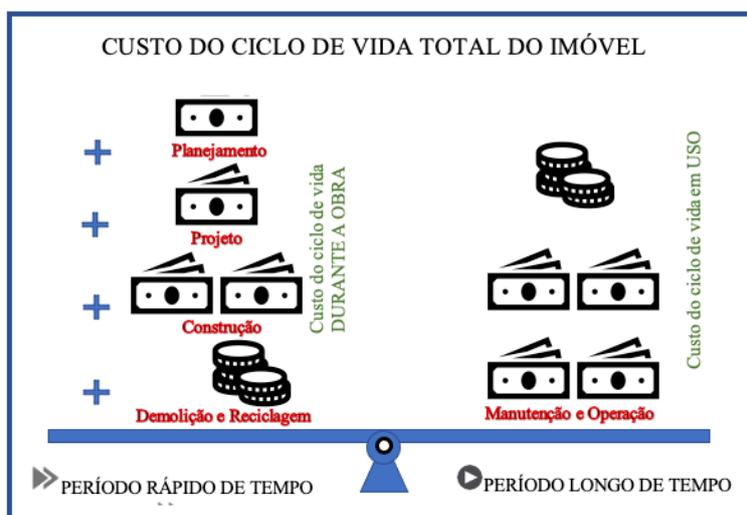


Figura 16 - Custo do ciclo de vida de um imóvel. Fonte: adaptado em layout da ISO 15686-5:2017.

Mesmo com a proporção de referência do custo do empreendimento ao longo da vida útil demonstrado na BS ISO 15686-5:2017 os pesquisadores Miranda & Calejo (2020) em estudos mais recentes em edificações com degradação precoce, alertam que, em 50 anos, o valor de manutenção e conservação pode chegar a 80% do valor total do bem edificado no terreno, ao longo do ciclo de vida, como demonstra a Figura 17.

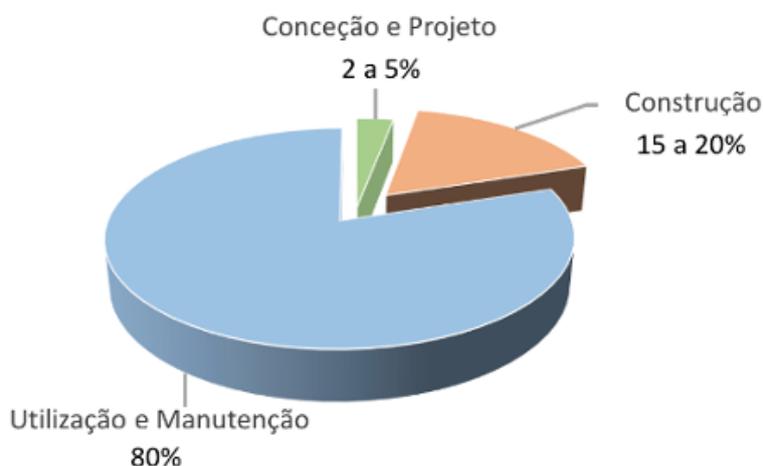


Figura 17 - Custo do ciclo de vida de um imóvel. Fonte: Miranda & Calejo (2020).

O primeiro relatório sobre essa norma foi preparado no CIB W80 (2004). O documento apresenta a necessidade da revisão das atividades de gestão de edificações durante a última década, com conexão entre as ações que causam a depreciação durante a vida útil de um empreendimento. Esse estudo mostra ainda as ferramentas de predição e análise dos resíduos a serem descartados, tratando do ciclo de vida do empreendimento, em decorrência de grande foco internacional em construções sustentáveis.

Atualmente os dados desta conferência são os conceitos mais avançados na área de conservação e desenvolvimento da vida útil em relação a imóveis e une o conhecimento listado nas normas de diversos países, principalmente, os métodos dos fatores desenvolvidos no Japão.

#### 1.3.4. MÉTODO DOS FATORES - ISO 15686

O método de tratamento de fatores faz referência ao ciclo de vida do imóvel, considerando que a vida útil deve variar de acordo com critérios qualitativos pré-estabelecidos para materiais, projetos, execução da obra, ambientes interior e exterior, condições de uso e manutenção. Os fatores individuais podem ser representados do seguinte modo:

- fator  $f_A$ : qualidade dos materiais utilizados;
- fator  $f_B$ : qualidade dos projetos;

- fator  $f_C$ : qualidade da execução da obra;
- fator  $f_D$ : qualidade do ambiente interior;
- fator  $f_E$ : qualidade do ambiente exterior;
- fator  $f_F$ : qualidade de uso;
- fator  $f_G$ : qualidade da manutenção aplicada;
- RSLC: vida útil de referência do sistema;
- ESLC: vida útil prevista.

Separadamente ou em conjunto, essas variáveis podem alterar a vida de útil final do edifício. O método dos fatores pode ser representado pela seguinte equação:

$$ESLC = RSLC * f_A * f_B * f_C * f_D * f_E * f_F * f_G \quad (3)$$

Para manter as variáveis de acordo com as normas brasileiras, a vida útil de referência (RSLC) será especificada como o que a norma de desempenho conceitua como vida útil de projeto (VUP).

A série ISO 15686 apresenta a responsabilidade sobre o descarte dos materiais após o término de sua vida útil. Entre os métodos existentes para a previsão da vida útil, há três mais relevantes:

- Métodos determinísticos: a vida útil de um elemento é em função de uma durabilidade de referência. Os valores de referência são aqueles obtidos por informação dos fabricantes e, posteriormente, alterados, por exemplo, por fatores de uso e de manutenção. Uma vez aplicados, os fatores tornam-se valores absolutos e indicativos da durabilidade do sistema estudado;
- Métodos probabilísticos: baseados, normalmente, em cálculo probabilístico. Utilizam a estatística para definir a probabilidade de ocorrência de uma mudança de estado de um sistema. Correlacionam os agentes causadores de degradação e apresentam maior segurança estatística ao estudo da degradação;
- Métodos de engenharia: partem de metodologias mais simples (determinísticas) e integram um pouco de variabilidade associada à incerteza do mundo real, sem se tornarem excessivamente complexos.

Segundo Santos (2010), o método fatorial desenvolvido pela norma ISO 15686 é classificado como método determinístico e possui maior aceitação da comunidade científica, com aplicações práticas em virtude da elevada operacionalidade.

Como verificado, os fatores alteram a vida útil do imóvel e, conseqüentemente, o desempenho do habitat, uma vez que apresentam novas variáveis que podem prolongar ou reduzir a vida útil (VUP) e os elementos ou os sistemas construtivos. Pesquisas desenvolvidas com a utilização desse método serão apresentadas nos itens seguintes

### 1.3.5. DESEMPENHO - PESQUISAS DE REFERÊNCIA

No item anterior, abordou-se que desempenho de uma edificação passa pelo processo de análise da vida útil de elementos ou sistemas construtivos. Para tanto, algumas pesquisas podem auxiliar nas análises que serão efetuadas nesta tese.

Quanto a vida útil, o documento de orientação [EC 1999] publicado pela UE em 1999, publica a Tabela 11 como referência de vida útil de projeto para obras e produtos de construção. Essa tabela foi desenvolvida pela Organização Europeia para Aprovações Técnicas (EOTA) e deve ser utilizada por arquitetos, consultores, autoridades e fabricantes na concepção de produtos para construção civil.

A vida útil referencial estabelecida por essa organização parte do pressuposto que há correlação entre o tipo e a gravidade dos métodos de verificação (por exemplo, número de ciclos de congelamento-degelo) e os valores mínimos de "durabilidade" para que sejam substituídos.

Tabela 11 - Vida útil referencial de produtos de construção. Fonte: adaptado em layout da [EC 1999].

Vida útil de Projeto		Vida útil de Projeto referencial dos sistemas / componentes da construção (anos)		
Categoria	Anos	Categoria		
		Recuperável ou de fácil substituição	Maior dificuldade de recuperação ou substituição	Vida de serviço**
Curta	10	10*	10	10
Média	25	10*	25	25
Normal	50	10*	25	50
Longa	100	10*	25	100

\*Em casos excepcionais e justificados, por ex. produtos de reparo, média de vida útil de 3 ou 6 anos.

\*\* Produtos não reparáveis ou economicamente substituíveis.

Verifica-se que a proposta apresentada na Tabela 11 indica que a vida útil do insumo (sistema ou componente) construtivo deve se correlacionar ao nível de dificuldade de acesso da manutenção, integrando o processo de material e a mão de obra para reposição/conservação.

Quanto ao desempenho de edificações, é possível que os fornecedores não estejam em condições de dar valores exatos para a vida útil, muito menos garantindo-os, mesmo em condições ambientais e de uso pré-definidas.

Voltando aos conceitos da BS ISO 15686-2:2012, a vida útil é o período de tempo após a sua construção na qual todas as condições de um edifício ou parte do edifício atendem ou excedem os requisitos de desempenho. Essa é a conexão principal para muitas pesquisas publicadas com metodologias que possam prever funções de degradação, distribuições da vida útil prevista (ESLC) e custos futuros em manutenção e conservação.

O grande número de variáveis que afetam a vida útil de uma habitação interfere nas suposições de projeto ou mesmo altera o desempenho ao longo do tempo, conforme Moser (1999). Esse chega a propor a base gráfica (Figura 18) durante o ciclo de vida.

A perda de desempenho está associada às três funções de determinado elemento ou sistema, comparando periodicamente a aparência, funcionalidade e os níveis de segurança em serviço. Essas comparações podem, de forma empírica, estabelecer os níveis mínimos de exigência para cada um desses aspectos.

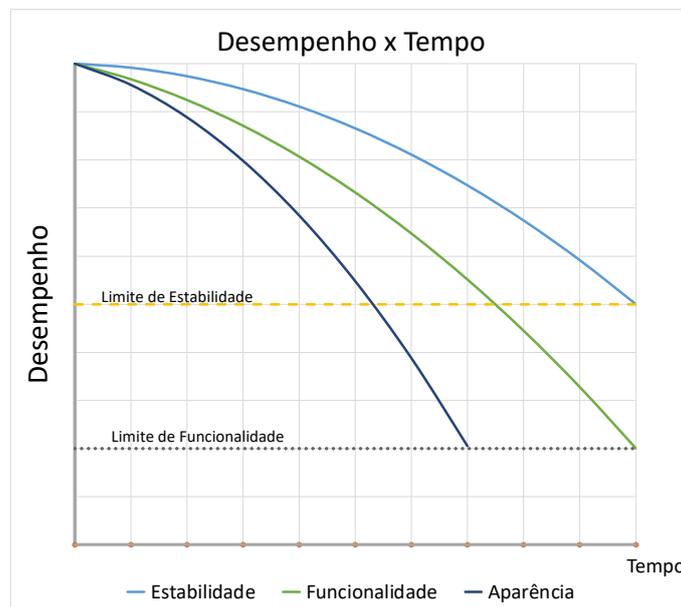


Figura 18 - Critério de perda de desempenho pelo tempo. Fonte: adaptado em layout de (MOSER, 1999).

Apesar da base empírica, o primeiro grupo de propriedades é a segurança. Nesse caso, os produtos e projetos estabelecem os parâmetros no fator de segurança adequado com dados de fornecedores ou ensaios laboratoriais.

O segundo grupo trata das propriedades funcionais, ou seja, as funções previstas no desempenho, como impedir a entrada de vento, estanqueidade, conforto térmico e luminoso, entre outros. O terceiro grupo pode ser identificado como de propriedades

estéticas ou aparência, por exemplo, perda de coloração na pintura, falta de transparência em vidraças, desgaste do acabamento cerâmico e outros.

Os custos de manutenção e conservação fazem parte da preservação do desempenho projetado e construído. A expectativa de performance ou desempenho será sempre crescente e, por isso, será necessária a previsão de acréscimos superando os custos referentes a manutenção e à operação com a finalidade de perseverar no intuito do imóvel competitivo como fundo de renda, com uma curva semelhante a apresentada na Figura 19.

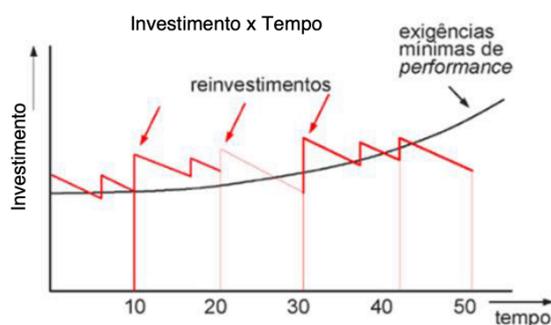


Figura 19 - Investimento durante a vida útil física do empreendimento. Fonte: Miranda & Calejo (2020).

Essa é a continuidade da lógica de Vitruvius (15 A.C. apud Morgan. 2012): *firmitas* (estabilidade), *utilitas* (função) e *venustas* (estética). Afinal, onde termina a vida útil de um elemento ou sistema e o que vale mais quando se investe em imóveis? Desempenho ou vida útil dos materiais?

Na visão sistêmica, onde os agentes de degradação estão presentes constantemente, afetando de forma direta ou indireta o desempenho do edifício e teoricamente, que há uma perda contínua ao longo dos anos, conforme a Figura 20.

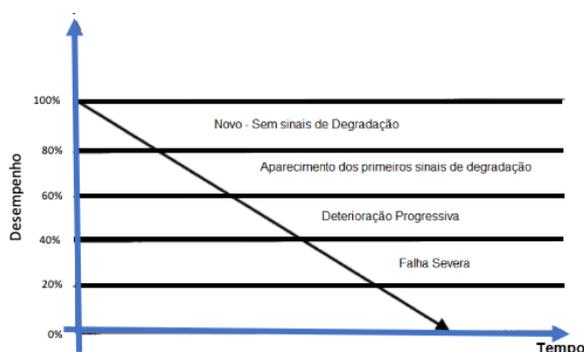


Figura 20 - Desempenho x Tempo processos de degradação. Fonte: Miranda e Calejo (2020).

Como o imóvel é um complexo arranjo de materiais e sistemas trabalhando de forma simbiótica onde paredes dependem de esquadrias, telhados dependem de estrutura ou vice-versa. Pode-se concluir que o desempenho não teria a escala linear como demonstrado na Figura 20. Por isso, a percepção visual mais próxima dos pesquisadores

é que o desempenho tem uma perda em estágios diferentes do tempo, formando uma curva composta. Em estudos mais recentes desses autores, o desempenho terá sempre a característica crescente, levando o investidor a aplicar recursos com manutenção, reabilitação e renovação, como demonstra no gráfico empírico da Figura 21.

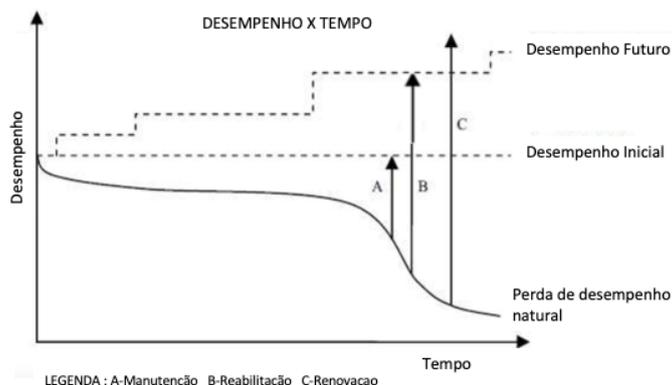


Figura 21 - Desempenho x Tempo processos de recuperação. Fonte: Miranda e Calejo (2020).

Esse gráfico é uma visão que pode explicar os investimentos durante o ciclo de vida do imóvel e as intervenções para recuperação, mantendo o equilíbrio entre o desempenho atual e o esperado. Nessa visão, a manutenção tem por objetivo restabelecer o desempenho original do empreendimento na data em que foi posto em uso. A reabilitação e a renovação ultrapassam essa linha original, dando novas projeções para o desempenho e reconstitui a aparência, funcionalidade e a segurança do bem edificado.

### 1.3.5.1. CURVAS DE REFERÊNCIA DE DESEMPENHO

O modo pelo qual o desempenho varia de acordo com o estado de conservação, ou durante a vida útil, é foco de muitos pesquisadores há anos. São múltiplos os fatores e agentes que podem afetar o ciclo de vida do imóvel. Na parte da indústria química direcionada à pintura, por exemplo, um acervo importante pode ser visto em Jorge M.R.F et al (2013). Na parte de sistemas estruturais, dos materiais componentes do concreto armado, o desempenho durante a vida útil é tema de Helene et al. (2011). Ainda quanto ao sistema estrutural, a simulação de desempenho da rigidez durante a variação do carregamento em uso foi tema de P.G. Bergan & T.H. Soreide (1977) e Pantoja (2003) autores que sempre analisaram sistemas isolados ou materiais específicos da construção civil.

Grande contribuição com análise de sistemas foram os estudos de Calejo (2001), que apresentam curvas de probabilidade obtidas em casos reais, acompanhando o decaimento do sistema construtivo, não mais elemento a elemento, mas com a visão

global em uso. Após o cadastro e tratamento dos dados foi elaborado o gráfico da Figura 22. A nomenclatura das curvas adotadas pelo pesquisador estava aderente ao estado de conservação registrado nas fichas de controle e variavam: “a” elementos que não possuem reclamações, “b” elementos com pequenas falhas, “c” já houve reparos e “d” necessita substituição.

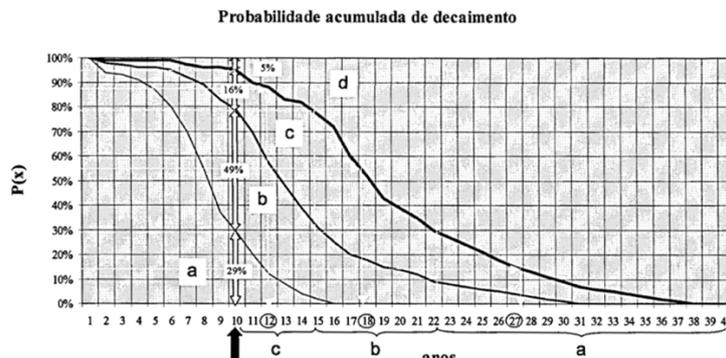


Figura 22 -Curva de densidade de probabilidade dos estados de degradação. Fonte: Calejo (2001).

Os dados comprovam que a degradação faz parte da cadeia de causa e efeito. Essa afirmação se construiu após extensa observação dos efeitos da degradação obtidos em fichas de manutenção, registradas e validadas regularmente, o que permitiu esse pesquisador ter uma visão global do sistema em uso, independentemente, da vida útil de cada componente construtivo.

O interesse do investidor é o comportamento global de seu edifício, e não, a performance de sistemas ou elementos separadamente.

De forma teórica, a Figura 23 apresenta os investimentos em desempenho com a possibilidade de prolongar a vida útil na visão de Calejo et al. (2015).

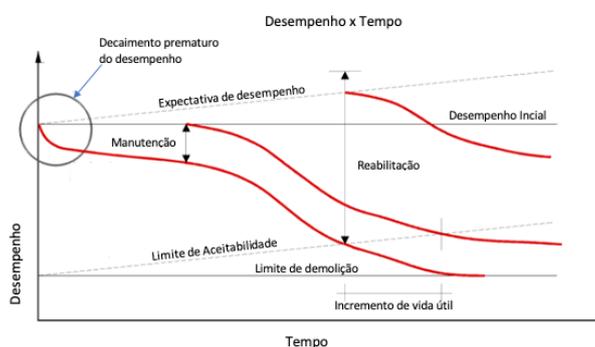


Figura 23 -Evolução do desempenho - investimentos. Fonte: Calejo et al. (2015).

Percebe-se que a expectativa de desempenho e o limite de aceitabilidade do empreendimento sempre são crescentes, uma vez que a evolução das tecnologias, processos construtivos ou a sustentabilidade, o que só pode ser atingido com a reabilitação do patrimônio edificado. Ao mesmo tempo, o desempenho inicial pode ser mantido com regularidade favorecendo o incremento da vida útil.

Um aspecto interessante a ser salientado na Figura 23 é o decaimento prematuro, quando todos os sistemas e seus elementos construtivos começam a interagir logo após a entrada em serviço. Essa “acomodação” decorre da complexidade do produto fornecido e de todas as etapas que compreendem o planejamento, projeto, execução e, principalmente, os processos e materiais utilizados durante a obra.

#### 1.4. OBSOLESCÊNCIA

Diversos imóveis foram demolidos com a justificativa de estarem obsoletos e, hoje, poderiam ser considerados patrimônios históricos e locais representativos de uma época. A questão deste tópico é a definição do que é realmente obsoleto e contextualizar essa decisão, de acordo com o elemento construtivo ou sistemas do edifício. Imóveis são patrimônios longevos, compostos por sistemas internos de vida útil variada.

Simultaneamente, manter operacional um empreendimento exige recursos financeiros e investimento contínuo, como já demonstrado. Com isso, há somente duas fontes de financiamento para conservar qualquer empreendimento, que são investimentos públicos baseados em impostos, que passam a fazer parte do custeio do estado, ou investimentos privados com benefícios tributários ou capacidade de geração de renda. O paradigma é aumentar o custeio estatal, agregando todos os patrimônios históricos e culturais e a proposição de alternativas para investimentos particulares.

A "doutrina da pilha de sucata", publicada na revista *Scientific American* em 1910, que, segundo Abramson (2016), já discutia o caso de imóveis como o edifício *Gillender*, em Chicago (Figura 24). O editorial informava que a demolição ocorreu devido ao “*limite de sua vida comercial [...] já não conseguia obter um retorno adequado sobre a localização em que se encontrava*”, conforme informações do proprietário e executivo do setor imobiliário.

Esse é o caso de risco do edifício ser descartado tão precipitadamente, que a única alternativa ao *Gillender*, era a demolição e a construção de nova edificação no local. Na época, em 1910, ainda não se utilizava o termo obsoleto no mercado imobiliário, foi um processo de súbita desvalorização e de descarte de edificações icônicas, que ocorreu de forma endêmica nas cidades americanas.

Questões como “O que causou a obsolescência do empreendimento? Havia princípios e uma lógica para o processo? Quais eram as variáveis analisadas? Há opções para reuso e restauro?”, demonstrando que a indústria imobiliária comercial americana havia inaugurado o estudo da obsolescência arquitetônica e as variáveis básicas de uma equação a ser formulada.



Figura 24 - *Gillender building* - 1900. Fonte: Abramson (2016).

Na mesma bibliografia, a obsolescência, à época, partia da suposição do advento de mudanças tecnológicas, econômicas e de uso do solo, na qual o novo, inevitavelmente, superaria o antigo. Os axiomas básicos da obsolescência eram que a função e o valor arquitetônico não eram quantificáveis e, portanto, reduzidos ao longo do tempo.

Em sintonia com esses estudos de 2016, não é difícil reconhecer no mercado brasileiro ações de aplicação de obsolescência com diferentes taxas como por exemplo a vulnerabilidade do imóvel face as mudanças de estilo e costume da população. Parte desses exemplos e tabelas referenciais pode ser vista na coletânea de Occhi et al. (2018). Vários edifícios continuam sendo cadastrados pela "doutrina da pilha de sucata" por causa da aparência, depreciando acervos históricos sem observar suas características funcionais, observa-se no centro de cidades como Brasília, Rio de Janeiro, São Paulo, Fortaleza e Belo Horizonte.

Como antídoto ao ocorrido com o *Gillender building* seria importante a análise aprofundada do projeto e adaptação do edifício a outras funcionalidades para retardar a obsolescência.

Recentemente, pesquisadores, como Miranda & Calejo (2020) e Júnior (2022), entenderam que a obsolescência, na verdade está presente desde o início do empreendimento. No momento de término e entrega do edifício já existem novas tecnologias de materiais, processos construtivos e padrões demonstrando a constante evolução da indústria. E a edificação é um ponto dessa evolução. Para entender o ciclo de vida do empreendimento e o movimento paralelo da obsolescência é necessário o aprofundamento de conceitos, tipos e as definições normativas.

#### 1.4.1. OBSOLESCÊNCIA - BS ISO 15686-1 (2011)

A obsolescência é definida pela BS ISO 15686 -1:2011 como a perda de capacidade de um elemento em atender a sua função devido a novas exigências de desempenho. A substituição por falha técnica é diferente de obsolescência, o que, geralmente, causa problemas aos gestores. A linha de referência é difícil de quantificação, pois depende de estimativa do período de vida útil, do tipo de uso, do estado de conservação e das especificações do projeto. Para evitar esse desgaste é importante, que, na fase de projeto, os técnicos envolvidos declarem todo o processo de decisão dos materiais, os processos construtivos a serem empregados e, desse modo, a previsão da vida útil, orientando o ciclo de manutenções e conservação do habitat durante todo o ciclo de vida.

Rastreabilidade da decisão é fundamental, permitindo a possibilidade de opção por mais de uma tipologia, prevendo a obsolescência do tipo funcional, tecnológica ou econômica. As substituições e reformas podem até resultar em mudança de estilos e modas, que são critérios variáveis ao longo do tempo, mas isso não representa ser obsoleto, como será apresentado nos itens a seguir.

#### 1.4.2. OBSOLESCÊNCIA - PESQUISAS NA ÁREA

Justificar a obsolescência de um sistema isolado não significa a demolição total do ambiente construído. Para Silveira (2013), a obsolescência relaciona-se com o desempenho da edificação, pois significa o final do uso de um produto ocasionado por impossibilidade de manutenção. Pode tornar-se inviável em decorrência de falta de peças, atualização tecnológica ou econômica. Existe, também, a situação na qual a edificação pode estar nova, mas não tem função por questões relativas à mudança do plano de ocupação da cidade.

As obsolescências funcional, tecnológica e econômica são utilizadas na justificativa para demolição, sem a verificação de valores intrínsecos referentes ao contexto social e cultural, dando incerteza sobre a vida futura da maioria dos edifícios. É importante aprofundar a análise da obsolescência na construção civil e ampliar a análise além dos investimentos físicos e econômicos e envolver variáveis históricas, ambientais e sociais. Estudos de pesquisadores europeus, como Thomsen & Van Der Flier (2011), apresentam propostas bem-sucedidas quanto à recuperação, ou mesmo para análise e

tomada de decisão no mercado imobiliário, fornecendo uma nova visão sobre o mecanismo da obsolescência.

No desafio cotidiano para ocupação dos países baixos, os pesquisadores holandeses tratam a obsolescência como séria ameaça à propriedade construída, chegando a propor um modelo conceitual a análise desse efeito sobre o imóvel, derivado de suas pesquisas e lições aprendidas sobre o assunto.

No Brasil, Júnior (2022) apresenta uma visão probabilística da distribuição normal do mecanismo de obsolescência, estabelecendo faixas estatísticas sobre materiais e sistemas construtivos.

### **1.4.3. OBSOLESCÊNCIA FUNCIONAL**

Novas demandas da sociedade e as formas de crescimento das cidades são discutidas por Liaroutzos (2015), observando o acervo edilício desocupado com a justificativa da perda de função. Muitos casos em que o habitat está em bom estado de conservação, possui desempenho, mas o projeto não atende mais o objetivo para o qual foi construído. Efeitos comuns em áreas residenciais que se transformaram em comércio e vice-versa.

Alterações nos conceitos de uso do espaço, qualidade de vida e adaptação às novas tecnologias estão levando a população ao esvaziamento de edificações centenárias e sempre com a justificativa de não atenderem as novas demandas sociais ou econômicas. Em Brasília há o exemplo Setor Comercial Sul, com 680 salas comerciais e 101 lojas vazias, como publicado no Correio Braziliense (2021). Essa obsolescência funcional obriga a migração das pessoas e exige do poder público a revisão de suas políticas de ocupação urbana, guiando os imóveis ou mesmo bairros inteiros para o reuso, reabilitação ou, na situação limite, para a reconstrução.

Outros empreendimentos com uso muito específico padecem da perda de função, como estádios de futebol construídos em cidades que não possuem tradição neste esporte. Poucos são os casos desses estádios que não sofrem por obsolescência funcional como discutido em Gonçalves R. (2013).

Na área empresarial, há exemplos de companhias que precisaram adaptar-se ao teletrabalho, como apresentado por ProPay (2020). O impacto da pandemia de Covid-19 de 2020, segundo esse autor, fez com que o mercado de imóveis comerciais fosse reestruturado. Muitos empresários foram obrigados a desocupar salas e imóveis

comerciais e repensar suas operações porque os colaboradores migraram para regime de serviço on-line. O estudo dessa perda no mercado imobiliário, principalmente, na locação de salas comerciais, também, é o tema de Lewgoy (2020) e Juliboni (2020). A virtualização do trabalho preocupa os investidores no segmento de imóveis, pois as empresas encontraram outra forma de produzir e o imóvel de escritórios, por consequência, perderam a sua função.

O modo remoto, sem desgastes com deslocamento de funcionários e trânsito, favoreceu a redução de custos operacionais como energia elétrica, manutenção e operação das empresas, demonstrando que não existe mais a função de agrupar a equipe em um único local.

#### 1.4.4. OBSOLESCÊNCIA TECNOLÓGICA

A obsolescência tecnológica ou programada, muito utilizada no comércio de varejo, tem migrado para o setor imobiliário, segundo Assumpção (2017). Esse tipo de obsolescência deve ser definido por parâmetros conceituais que possibilitem a sua qualificação por meio de práticas de consumo. O imóvel em bom estado de conservação pode ainda ser útil, mas existem opções modernas que atraem maior público.

Para entender essa necessidade do moderno, Levitt (2008) apresenta que o ciclo de vida de um produto (Figura 25) é dividido em quatro fases: introdução, que é uma fase de baixos lucros e de vendas; crescimento, a etapa de rápida aceitação do mercado e aumento dos lucros; maturidade, um período de modesto crescimento das vendas devido à aquisição de um dado produto pela maioria dos consumidores potenciais; e o declínio que é o estágio de queda brusca nas vendas.



Figura 25 - Ciclo de vida de um produto. Fonte: <https://vidadeproduto.com.br> acesso 23/12/2020.

Nesse ciclo há o paralelismo das curvas que demonstra os lucros presumidos durante o ciclo de vida do produto. Utilizando pesquisas de campo com bens de consumo, identifica-se que na obsolescência tecnológica existem três subtipos – artificial, psicológica e a efetivamente programada. A obsolescência tecnológica artificial e psicológica estão vinculadas ao impulso do moderno, novas práticas de consumo, design ou mesmo ao status social.

A obsolescência tecnológica programada é apresentada no novo padrão construtivo, como exemplos verificados por Awad (2017) quando descreve o surgimento de edifícios “modernos”. Em geral, esse é o viés para habitats arquitetonicamente já estruturados com lajes amplas que possibilitem mudança de *layout*, combinados com automação predial, integrando sistemas de segurança e de manutenção, possibilitando a infraestrutura para receber os incrementos tecnológicos. É o indicador do alinhamento da construção civil ao novo ciclo de vida do produto, estabelecendo, psicologicamente, a necessidade de substituição do bem de consumo.

#### **1.4.5. OBSOLESCÊNCIA ECONÔMICA**

A obsolescência econômica está correlacionada à manutenção que se tornou excessivamente cara, prejudicial, ou porque fatores externos modificaram a ocupação ou consumo local.

Um caso de obsolescência econômica aplicado na área imobiliária pode ser visto em IBAPE-SC (2013), com exemplo de um posto de gasolina localizado em frente a uma rodovia, que teve o seu traçado modificado. Todo o trânsito de veículos que abasteciam nesse posto foi direcionado para outra região, inviabilizando o funcionamento do imóvel para o comércio de combustíveis.

Outro exemplo do mecanismo de obsolescência econômica é apresentado em Gonçalves R. (2013), relativo à construção dos estádios de futebol para Copa de 2014. Muitas cidades brasileiras sequer possuíam tradição nesse esporte que justificassem as denominadas arenas, mas arcaram com grandes investimentos em manutenção. O custo da manutenção atingiu valores proibitivos para municípios que enfrentavam dificuldades de arrecadação orçamentária.

A obsolescência econômica como parte do ciclo de vida da construção, chegou a ser parametrizada conforme a Tabela 12.

Tabela 12 - Vida referencial (IR) e o valor residual (R) para as tipologias deste estudo.

CLASSE	TIPO	Padrão	Idade Referencial-	Valor Residual-
			IR (anos)	R (%)
RESIDENCIAL	BARRACO	1.1.1-Padrão Rústico	5	0
		1.1.2-Padrão Simples	10	0
	CASA	1.2.1-Padrão Rústico	60	20
		1.2.2-Padrão Proletário	60	20
		1.2.3-Padrão Econômico	70	20
		1.2.4-Padrão Simples	70	20
		1.2.5-Padrão Médio	70	20
		1.2.6-Padrão Superior	70	20
		1.2.7-Padrão Fino	60	20
		1.2.8-Padrão Luxo	60	20
	APARTAMENTO	1.3.1-Padrão Econômico	60	20
		1.3.2-Padrão Simples	60	20
		1.3.3-Padrão Médio	60	20
		1.3.4-Padrão Superior	60	20
		1.3.5-Padrão Fino	50	20
1.3.6-Padrão Luxo		50	20	
COMERCIAL / SERVIÇO / INDUSTRIAL	ESCRITÓRIO	2.1.1-Padrão Econômico	70	20
		2.1.2-Padrão Simples	70	20
		2.1.3-Padrão Médio	60	20
		2.1.4-Padrão Superior	60	20
		2.1.5-Padrão Fino	50	20
		2.1.6-Padrão Luxo	50	20
	GALPÃO	2.2.1-Padrão Econômico	60	20
		2.2.2-Padrão Simples	60	20
		2.2.3-Padrão Médio	80	20
		2.2.4-Padrão Superior	80	20
ESPECIAL	COBERTURA	3.1.1-Padrão Simples	20	10
		3.1.2-Padrão Médio	20	10
		3.1.3-Padrão Superior	30	10

O valor residual (R) é um coeficiente utilizado como constante segundo o a classe, o tipo e o padrão construtivo a ser analisado.

O calculo final do fator de adequação ao Obsolescimento ( $F_{OC}$ ) é representado na (4):

$$Foc = R + K * (1 - R) \quad (4)$$

onde:

- Foc Fator de adequação ao Obsolescência e ao estado de conservação
- R - Valor residual corresponde ao padrão da edificação, expresso em percentagem do valor de reprodução.
- K - Coeficiente de Ross Heidecke

A equação (4) estabelece a correlação direta entre obsolescência e estado de conservação, aplicando o valor residual da vida útil no imóvel.

Duas são as considerações a serem feitas sobre este modelo. A primeira refere-se a ausência da avaliação de contextos que possibilitem a capacidade de reuso ou restauro preservando a arquitetura, até mesmo, a modernização dos sistemas integrados ao imóvel.

O Segundo não viabiliza a rastreabilidade e continuidade das ações de preservação parcial do ambiente construído. A validação de que o final da vida útil encerrou só contribui com os problemas visíveis nas cidades e no excesso de lixo decorrente das demolições.

Apesar da abundância de estudos para quantificar os materiais e sua vida útil, com reuso de edificações, os efeitos da obsolescência em sua maioria partem do conhecimento empírico devido à escassez e a fragmentação do tema. Por exemplo, somente os dados sobre a demolição de propriedades residenciais são divulgados, por isto as estatísticas disponíveis nem sempre representam a amostra real do modelo.

#### **1.4.6. GERENCIAMENTO DA OBSOLESCÊNCIA - UMA VISÃO GLOBAL DO PROCESSO**

Processos naturais do imóvel são representados nos fatores endógenos ou exógenos, fazendo parte da obsolescência do edifício e de sua localização. As causas encontradas ou mencionadas de obsolescência, conforme estudos de Thomsen & Van Der Flier (2011), podem ser dispostas em quatro dimensões do modelo: física/comportamental, interna/externa como disposto na Figura 26.

O quadrante A indica os processos físicos como degradação e deterioração ocasionados pelo tempo, envelhecimento, desgaste, intempérie, fadiga de materiais e estruturas, ou por projeto, construção, falta de manutenção e adaptações deficientes. Processos que podem ser facilmente gerenciados pelo proprietário do imóvel.

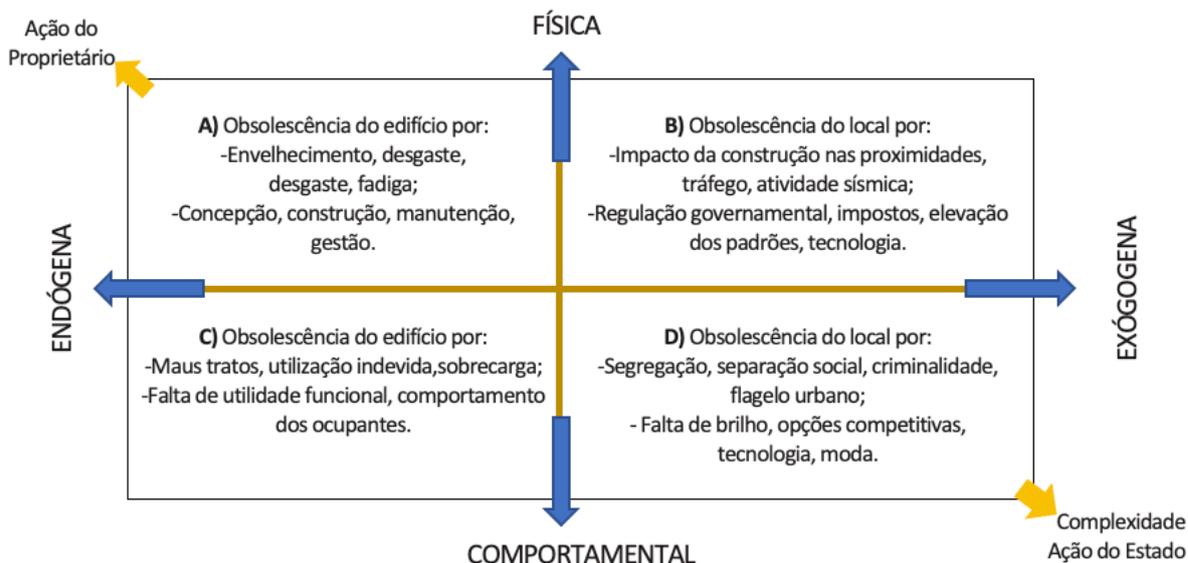


Figura 26 - Dimensões da Obsolescência. Fonte: adaptado em layout de Thomsen e Van Der Flier (2011).

Na prática, tanto a demanda quanto o limite de aceitação do imóvel tendem a aumentar de forma escalar ao longo do tempo, como resultado de melhoria da tecnologia, da elevação dos padrões e da crescente prosperidade. Essas benfeitorias fazem parte da renovação e parte necessárias para responder às expectativas crescentes, o acompanhamento a elasticidade do sistema urbano.

O quadrante B representa as ações normais de efeitos físicos que, geralmente, estão fora do controle do proprietário. Nesse quadrante estão os impactos das mudanças nas condições do ambiente por novos edifícios vizinhos ou infraestrutura próximos, como tráfego, poluição, ruído, atividade sísmica ou por mudanças nas regulamentações governamentais quanto as orientações do planejamento urbano, códigos de construção e condições fiscais, padrões crescentes, requisitos funcionais e novas tecnologias.

O quadrante C apresenta os fatores comportamentais, um pouco mais difíceis de serem controlados. Decorrem de danos por vandalismo, sobrecarga ou mudança de funcionalidade e uso dos ocupantes.

As mudanças agrupadas no quadrante D são as que causam mais efeitos comportamentais com maior grau de complexidade, como segregação (migração de inquilinos), processos de privação social no bairro, criminalidade, destruição urbana, depreciação, perda de posição no mercado e valor como resultado de novas tecnologias, mudanças de moda e preferências dos usuários. Esse quadrante refere-se à disponibilidade de imóveis melhores com demanda menor e é responsável pela migração financeira de um bairro ou setor do município.

A linha diagonal do quadrante A ao D retrata, também, o aumento da complexidade em relação à escala, na direção oposta, do aumento do controle baseado na propriedade. Na direção oposta de D para A, retrata as ameaças provenientes do comportamento exógeno, que podem ter efeitos negativos muito sérios. Essa é a linha mais complexa de análise e exige respostas com antecipação e intervenção oportunas.

Thomsen & Van Der Flier (2011) esclarecem que tanto a procura como o limite de aceitação do reuso dos imóveis aumentarão, gradualmente, ao longo do tempo por causa de resultado da melhoria na tecnologia construtiva, no aumento dos padrões de uso e da crescente prosperidade da sociedade com os conceitos de sustentabilidade e preservação do patrimônio construído. Essa melhoria técnica para a renovação é necessária para responder às expectativas em conformidade.

Acrescentar desempenho ao habitat exige investimento financeiro e controle dos mecanismos de obsolescência como demonstra a Figura 27. Como benefício desde aporte o investidor prolonga não só a vida útil mas o período para exploração comercial já demonstrados em estudos de Nieboer et al. (2015)

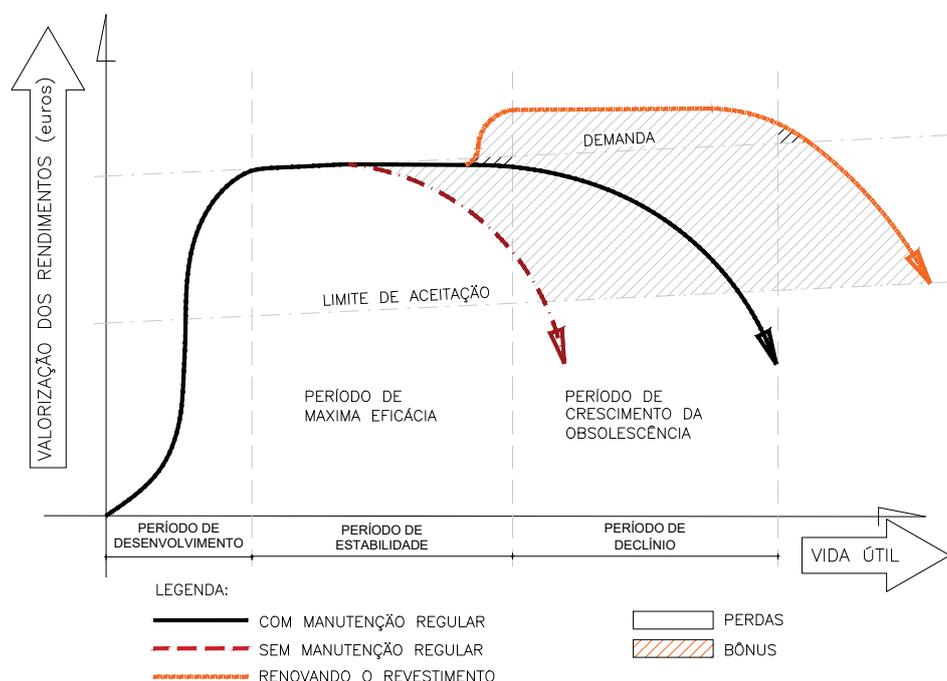


Figura 27 - Obsolescência e vida útil de serviço.

Fonte: adaptado em layout de Nieboer et al. (2015).

Com base na análise comparativa de dossiês internacionais sobre a regeneração e recuperação de grandes complexos habitacionais sociais arrendados, esses holandeses desenvolveram um quadro abrangente para o diagnóstico decorrente do mecanismo de obsolescência demonstrado no fluxograma da Figura 28.

Embora o fluxograma seja baseado em propriedades residenciais, o modelo proposto pode atender a outros empreendimentos urbanos. A complexidade, o controle baseado na propriedade e a inter-relação entre os fatores podem ser estudados passo a passo e o mecanismo de obsolescência descrito até o limite final que seria a demolição.

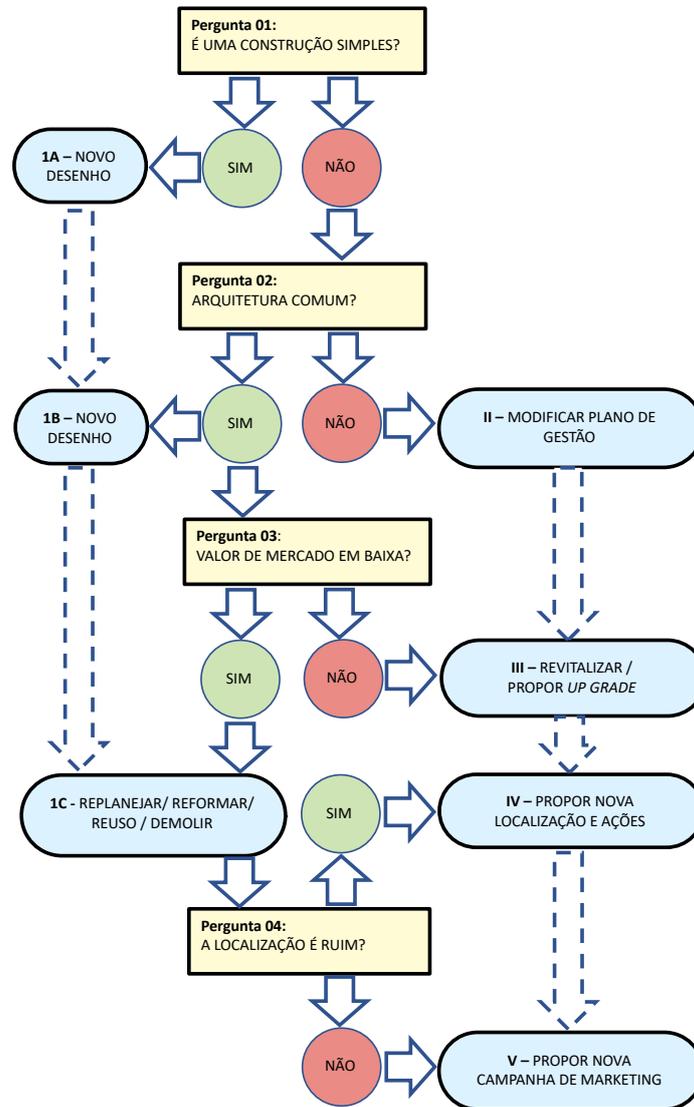


Figura 28 - Gestão da obsolescência, modelo analítico.

Fonte: adaptado em layout de Van Kempen e all. (2006).

A conclusão deste estudo é que a obsolescência não é motivo para levar empreendimentos à demolição, nem a demolição deve ser justificada pela obsolescência. Pode ser um gatilho para a decisão entre demolição ou prolongamento do ciclo de vida, dependendo dos interesses, deve existir incentivos fiscais ampliando capacidades dos investidores e evitando o crescimento desordenado as cidades.

Uma forma pacificadora para solucionar esse conflito encontra-se no estudo de Santos (2013), que propõe a reconversão de áreas complexas como regiões industriais

abandonadas, respeitando a integridade e a história dos edifícios. Nesse caso, a proposta foi manter a leitura original em termos espaciais, formais e técnicas construtivas.

Existe, também, a proposta de tratamento da obsolescência apresentada em Júnior E. (2022), que é baseada em análise estatística de ocorrência dos tipos de obsolescência, segmentando em escala a partir da distribuição normal, conforme a Figura 29. Esse autor propõe 5 (cinco) níveis distintos – total, alta, média, baixa e nenhuma –, sendo seus valores correlacionados à curva normal padrão.

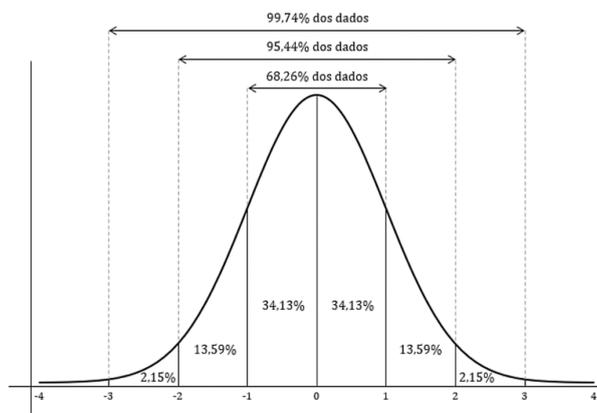


Figura 29 - Abrangência dos dados conforme distribuição normal.

Fonte: Portal de Estudos apud Júnior (2022).

Para cada um dos níveis propostos, há o valor correspondente ao peso de acordo com fração da área e abrangência na distribuição normal, viabilizando a formação do peso descrito pela Tabela 13.

Tabela 13 - Classificação dos fatores parciais de obsolescência. Fonte: adaptado de Júnior (2022).

Grau	Obsolescência			Peso
	Funcional ( $f_{fi}$ )	Tecnológica ( $f_{tc}$ )	Econômica ( $f_{ec}$ )	
Total	-Elemento não exerce função para a edificação	-Tecnologia ultrapassada -Não existe reposição	-Existem alternativas de investimento melhores	1
Alta	-Estado precário de funcionamento	-Desempenho reduzido. -Substituição eminente	-Perdas financeiras consideráveis	0,955
Média	-Em atividade, mas com risco de paralização	-Já existem alternativas modernas	-Já existem perdas financeiras	0,683
Baixa	-Paralizações esporádicas	-Tecnologia em uso, com bom desempenho	-Perdas mínimas financeiras	0,385
Nenhuma	-Em desempenho pleno	-Sem obsolescência tecnológica	-Ainda possui peças é viável manter	0

Apesar dessas considerações, existem outras soluções, como renovação, reutilização e reforma para prolongar a vida útil dos edifícios. Exemplo de reutilização é o caso da fortaleza inglesa no porto de Portsmouth, construída para resistir à invasão

francesa. Desativado em 1956, a edificação foi transformada em museu em 2012 e, atualmente, é um hotel 5 estrelas.

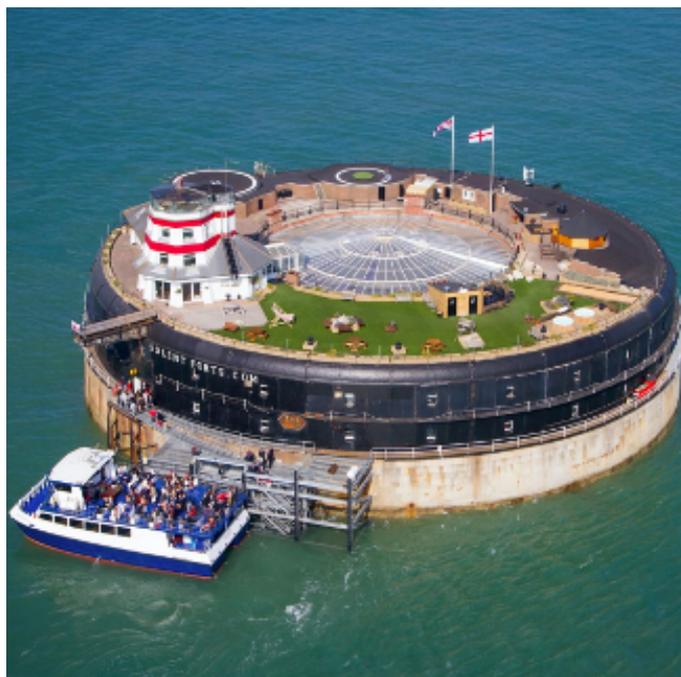


Figura 30 - Reuso, caso do Forte Portsmouth - Inglaterra.

Fonte: <https://www.countryliving.com/uk> acessado em 21/08/2021.

Toda e qualquer opção pode ser válida com o objetivo de evitar a demolição e a preservação do ambiente construído, como será visto a seguir.

#### **1.4.7. O QUE FAZER DAS RUÍNAS?**

“O que fazer das ruínas?” É a discussão apresentada por Liaroutzos (2015) com a proposta de aplicação do termo “ruína” não no momento da degradação, mas quando o imóvel não estiver mais habitado, não se perceber mais o sentido do uso para e for declarado como obsoleto funcional, tecnológico e econômico em análise completa.

A reestruturação dos conjuntos habitacionais tende a objetivar áreas específicas e propícias para revitalização. Normalmente, as áreas envolvidas são espaços delimitados. Isso é tópico principal da pesquisa em ciências sociais para avaliar as políticas de reestruturação concentrando-se nos impactos diretos dos processos de reestruturação física nas próprias áreas.

Thomsen & Van Der Flier (2011) pesquisadores holandeses verificaram que existe uma cultura mais avançada de regeneração de áreas inteiras em países da Europa Ocidental do que nas Europas Central e Oriental, regiões onde processo de regeneração

começou mais recentemente. Na Inglaterra, a *Estate Action, City Challenge* e os programas *Single Regeneration Budget* são bons exemplos dessa iniciativa.

Na França, ocorre um debate sobre os méritos relativos da ação baseada na área *Développement Social des Quartiers*, envolvendo, também, estratégias de intervenção em toda a conturbação urbana (*Contrats de Ville*). Via de regra, os resultados são positivos por causa da melhoria física da região.

Pesquisadores austríacos, como Madadi et al. (2005), chegaram a ampliar o estudo de casos nos quais as intervenções arquitetônicas possuem mais sucesso, quando atendem, hierarquicamente, as necessidades pré-estabelecidas como o caso da pirâmide de Maslow (1999). Em sua visão, as intervenções urbanas, ainda na fase de projeto, devem atentar para o fluxo demonstrado na Figura 31, assim terão mais sustentabilidade e eficiência.

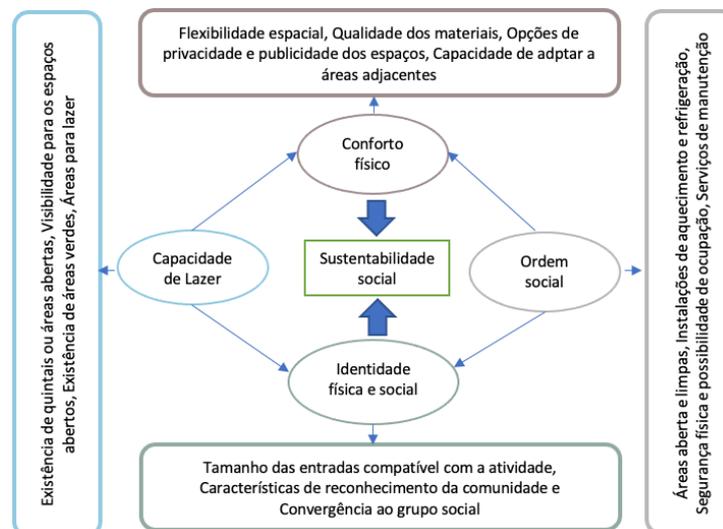


Figura 31 - Modelo para intervenções urbanas - visão social do processo.

Fonte: adaptado de Madadi et al. (2005).

O conselho europeu, representado pelo *European Parliament And The Council Of The European Union* [EC 1999] apresentou um padrão de referência de vida útil presumida para obras e produtos de construção. Essa proposta, desenvolvida pela Organização Europeia para Aprovações Técnicas [EOTA] , deve ser utilizada por arquitetos, consultores, autoridades e fabricantes na concepção de produtos para construção civil.

O modelo apresentado se fundamenta na percepção de que a vida útil é uma variável referencial do produto, portanto, deve ser entendida como suposição básica de referência a ser considerada para estabelecer o tipo e a gravidade dos métodos de análise técnica.

#### 1.4.8. MODELOS PARA REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS HISTÓRICOS

Diversos padrões e estudos estão aplicados nas legislações nacionais e internacionais, desde o nível federal aos níveis estadual e municipal, sempre no intuito de proteger edifícios históricos. Exemplos mais eficientes oferecem incentivos para proprietários de edifícios assumirem grandes projetos de reabilitação, como o caso da agência norte-americana National Park Service (NPS), o *Serviço Nacional Del Patrimônio Cultural* (SNDPC) chileno e a francesa *Agence National de L'habitat* (Anah).

No Brasil, o programa Monumenta, lançado pelo Instituto do Patrimônio Histórico Nacional, foi uma experiência singular para captação de recursos do governo com o objetivo de recuperação de imóveis privados construídos em centros históricos protegidos pela legislação federal. Houve, também, ações regionais, como o Projeto Reviver descrito por Gomes (2014). São esforços para a preservação do conjunto urbano de diversas cidades históricas brasileiras cuja a análise documental e multidisciplinar era apoiada por gestores públicos federais ou estaduais, viabilizando o desenvolvimento urbano e o apoio à comunidade local.

#### 1.4.9. EXEMPLOS DE GESTÃO DA OBSOLESCÊNCIA

O Departamento do Interior dos Estados Unidos, responsável pelo Registro Nacional de Locais Históricos - NPS, com base em legislação federal de 1966, faz a gestão da lista oficial federal de distritos – locais, estruturas, edifícios e objetos – considerados dignos de preservação dos marcos históricos nacionais e locais históricos administrados esse departamento, como demonstra na Figura 32.



Figura 32 - Cape May - New Jersey. Fonte: NPS.

Um edifício pode ser incluído no cadastro de forma individual ou como parte de um conjunto de edifícios ou de uma zona histórica, desde que tenha, pelo menos, 50 anos, e esteja associado a pessoas ou eventos históricos; que seja significativo devido a sua arquitetura, habilidade ou design; ou, como acontece com um sítio arqueológico, o valor para a pesquisa histórica.

A visão é proteger propriedades edificadas que tenham projetos financiados pelo governo norte-americano, mas não abrange o caso de imóveis com financiamentos privados. No entanto, há regulamentações estaduais que podem adicionar restrições mesmo no caso de imóveis particulares.

O cadastro permite acesso ao Crédito Fiscal de Preservação Histórica Federal. São exigidos padrões para reabilitação para os imóveis serem elegíveis a um crédito de imposto federal igual a 20% do custo de construção.

O imposto é controlado pelo Internal Revenue Service (IRS) no qual um conjunto de requisitos financeiros e de propriedade são solicitados para obtenção do crédito e possibilite as análises técnicas, entre essas o custo de construção deve exceder a base de custo do edifício e o edifício deve gerar renda.

Na Espanha, o Departamento Nacional de Patrimônio possui o Programa *Puesta en Valor del Patrimonio*, que passou pela descentralização dos territórios a partir de 2012, o que possibilitou o investimento do Banco de Interamericano de Desenvolvimento (BID), com parâmetros para o investimento a fim de recuperar áreas obsoletas e viabilizar restauração, preservação do patrimônio, de acordo com diretrizes urbanísticas, como no caso do museu do teatro romano em Cartagena, na Figura 33.



Figura 33 - Museo del Teatro Romano de Cartagena.

Fonte: Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT).

Na França a Agência Nacional de Avaliação do Habitat (Anah), ao apresentar a degradação com parâmetros qualitativos e quantitativos nos imóveis organiza a análise

dos investidores quer sejam públicos ou privados. Esses são alguns exemplos nos quais comprova-se que a união de esforços do Estado e do investidor privado pode ser eficiente para a preservação do ambiente construído.

#### **1.4.10. UM EDIFÍCIO, MUITAS VIDAS**

Há diversas forças que agem sobre as cidades e conseqüentemente sobre as edificações durante o ciclo de vida exigindo alterações urbanas. Entre elas, a autodestruição correlacionada à obsolescência na busca constante de novas tecnologias ou novas funcionalidades, forçando a flutuação urbana e gerando valorização ou desvalorização de grandes bairros já urbanizados.

Não existiria infraestrutura urbana, se não houvessem edificações antigas. Pesquisadores como Jacobs J (2009) descrevem que todo o processo da urbanização passa pela necessidade de novas áreas, mas, antes, é necessário pensar profundamente nas condições sociais das áreas que estão sendo descartadas.

Conforme Rambert (2015) é comum a modificação de edificações comerciais e industriais antigas em favor de moradias. Desse modo, a arquitetura encontra um novo caminho para a transformação, mas o planejamento urbano deve ser amplo, vendo o ciclo de vida da cidade e do empreendimento afim de evitar desastres sociais

Exemplos destas áreas, justificadas como obsolescência funcional, foi apresentado por Martins (2021) descrevendo os efeitos catastróficos de novos regulamentos de prevenção de incêndio introduzidos no Reino Unido depois da tragédia da Torre Grenfell, ocorrida em Londres, em 2017. Toda a região passou a ser desvalorizada e os imóveis perderam a sua importância.

Em todos os casos supracitados, observou-se que o processo para caracterização do patrimônio, bem como a montagem do dossiê para captação de investidores, deve ter como base os estudos de técnicos qualificados para assegurar transparência aos recursos. Para a capacitação de profissionais técnicos particularmente no caso de acervos históricos e bens culturais, institutos, como DOCOMOMO e o ICOMOS, têm um papel fundamental difundindo as pesquisas, provocando encontros e palestras de pesquisadores afim de promover o intercâmbio de experiências e de casos de sucesso para preservação do patrimônio material e imaterial.

## 1.5. PATRIMÔNIO CULTURAL

Não é possível avaliar e certificar os edifícios com características de Patrimônio Cultural sem entender toda a profundidade destes empreendimentos, por vezes negligenciado. O assunto é muito mais profundo que esta tese, mas a metodologia de análise desenvolvida nesta pesquisa pode contribuir, significativamente, como um canal de aproximação entre a instituição, a academia, a sociedade civil e os poderes públicos, um percurso já trilhado por estudiosos como Biondo (2016).

Há, ainda, a visão de sustentabilidade do patrimônio edificado por intermédio do turismo cultural planejado, como exposto em Köhler (2019), com propostas para preservação do ambiente construído e um dos meios de aprendizado para turistas e a comunidade local.

O conceito de Patrimônio Cultural, citado, inicialmente, em 1959, pelo intelectual e político francês André Mauraux, deu origem a políticas que vinculam à cultura ao desenvolvimento econômico, conforme descreve Guimarães (2015). Como primeiro ministro de Estado a representar a cultura francesa, André Mauraux forneceu subsídios para o crescimento exponencial no conceito de preservação do Patrimônio Cultural, o que motivou pesquisas, conferências, normas e legislações na busca de projetos e processos para a preservação do acervo histórico cultural. O termo Cultural, além de englobar o patrimônio histórico e artístico, vem sendo apresentado cada vez mais com o objetivo de ampliar o campo para a percepção “social e afetiva”, base de todo estudo sobre o tema.

De forma dinâmica, os conceitos, os princípios e as tendências são constantemente discutidos, analisados e postos à prova em diversos países. A curva desse aprendizado reúne experiências sobre o comportamento da sociedade relacionadas ao patrimônio a ser preservado.

Ações de sucesso para preservação aplicada a um determinado município podem não surtir o mesmo efeito em outra cidade. Entretanto, a troca de experiências auxilia na cautela a ser adotada quanto à gestão do patrimônio cultural. Exemplo do processo de elaboração de um plano de preservação, seus critérios e percalços pode ser visto em Couto\_ (2015), bem como toda a complexidade nesse tipo de estudo.

Esse é um estudo complexo e a gestão de patrimônio cultural requer abordagem interdisciplinar, o que motiva organizações não governamentais como o *International Council on Monuments and Sites - ICOMOS, United Nations Educational, Scientific and*

*Cultural Organization* - UNESCO e o *International Committee for Documentation and Conservation of Buildings, Sites and Neighbourhoods of the Modern Movement* - DOCOMOMO a impulsionar as pesquisas e a divulgação do conhecimento da área.

Os congressos, anais e artigos produzidos por essas organizações apoiam gestores, pesquisadores e o público em geral, estimulando a responsabilidade conjunta na preservação da história expressa em patrimônio construído e seus bens integrados.

No II Congresso Internacional de Arquitetos e Técnicos dos Monumentos Históricos, em 1964, foi apresentado um documento consolidando o que viria a ser o ICOMOS. O relatório apresentava a necessidade de união e a colaboração de todas as áreas da ciência e as técnicas com o objetivo de conservar e manter, de forma constante, os bens históricos monumentais, obras de arte e testemunhos históricos. Esse documento ficou conhecido como a Carta de Veneza, conforme Cury (2004).

O “*International Council on Monuments and Sites*” - ICOMOS dedica-se à proteção e à conservação de locais de patrimônios culturais, promovendo, periodicamente, pesquisas e estudos na aplicação de teorias, metodologias e técnicas científicas para auxiliar na conservação de patrimônios arquitetônicos e arqueológicos mundiais.

Já na Holanda, em 1988, os professores Hubert-Jan Henket e Wessel de Jonge, ambos da Universidade de Eindhoven, criaram a organização sem fins lucrativos denominada DOCOMOMO. O objetivo da organização é, também, estudar e preservar obras no campo da arquitetura, concentrando mais seus estudos no movimento moderno. Atualmente, o DOCOMOMO possui escritórios em 45 países e registra mais de 2000 membros em todo o mundo.

Uma das contribuições do DOCOMOMO adveio da conferência realizada no ano de 2000, com o título de “*Modern city facing the future*”. No evento, apresentou-se a classificação da escala de importância para ser aplicada em um ambiente construído. A proposta visa avaliar em seis tópicos o espaço em estudo:

- Tecnologia: quando o espaço goza de tecnologias inovadoras para resolver problemas estruturais, funcionais ou estéticos;
- Critérios sociais: quando as mudanças nos padrões sociais do século XX são refletidas na forma de desenho ou forma;
- Critérios artísticos e estéticos: quando o espaço contém proporção, escala composição, material ou detalhes que deveriam ser preservados;

- Critério canônico: quando a obra e/ou o arquiteto são afamados;
- Valor referencial: quando os atributos do espaço influenciam outros artistas ou arquitetos;
- Integridade: quando a intenção original do desenho está aparente e desprovida de reformas que comprometam sua integridade arquitetônica ou do local.

Esses são os tópicos que, inicialmente, os técnicos devem avaliar quando analisam edificações históricas e seus bens integrados, segundo o DOCOMOMO. Com essa base, acredita-se na possibilidade de organização de diretrizes e de regulamentação do limite aceitável das possíveis alterações, como será demonstrado mais adiante.

Essa mesma linha de raciocínio é apresentada na *Sauvegarde* (2012), com o tema principal a obrigação de conservar e gerir os lugares e sítios patrimoniais do século XX, descrevendo as análises e reflexões quanto conservação do patrimônio cultural naquele século. O documento informa que muito já foi perdido, mas o patrimônio é um elemento vivo e em evolução, portanto, é essencial compreendê-lo, conservá-lo, interpretá-lo e geri-lo preservando-o para as gerações futuras.

De forma abrangente, considerando que o patrimônio é polissêmico, cultural e inclui toda a gama de tipologias como arquitetura, estruturas, público e industrial, paisagens culturais, incluindo parques e jardins históricos, paisagens urbanas históricas, rotas culturais e sítios arqueológicos.

Essa polissemia abordada, também em Castro (2020), é o motivo pelo qual durante o processo de planejamento da preservação dos monumentos históricos muitas outras abordagens de contexto social devem ser elencadas, buscando a harmonia necessária entre a proteção do bem patrimonial e ao mesmo tempo viabilizar o desenvolvimento das cidades.

Para demonstrar o quão complexo é tratar do Patrimônio Cultural edificado, Brasília possui apenas 34 anos de reconhecimento como Patrimônio Cultural da Humanidade. Neste pequeno espaço de tempo, autores como Ribeiro & Perpétuo (2017) já admitem que existe dúvidas nos debates a respeito da capital brasileira. Como “uma cidade tombada pode ser objeto de transformações? Espaços urbanos protegidos pelo tombamento podem ser alterados? Como preservar uma cidade tão nova, com problemas comuns a muitas cidades, sem descaracterizá-la?”. Estas são questões locais, mas que

facilmente, podem ser projetadas para diversas cidades do mundo onde a materialidade dos edifícios altera a escala urbanística.

Como existem centenas de cartas patrimoniais publicadas um filtro, que pode ser visto no ANEXO II desta tese, com os conceitos já consolidados e mais importantes para o turismo cultural adaptado ao turismo brasileiro.

### **1.5.1. DIRETRIZES EFICAZES PARA A REDAÇÃO DAS DECLARAÇÕES DE SIGNIFICÂNCIA**

Ações de divulgação do conhecimento produzidas pela UNESCO, ICOMOS e pelo DOCOMOMO propiciam que pesquisas e casos de sucesso auxiliem nas legislações de países quanto à preservação do Patrimônio Cultural. Esse é o caso da parte 27 do ACT (1996), ao descrever o processo de conservação do patrimônio do governo local de British Columbia (BC), Canadá. O documento estabelece uma lista com registos indicando as características de patrimônios comunitários ou bens imóveis com valor ou caráter histórico. Esta foi a base para a Declaração de Significado.

O documento satisfaz o requisito legislação local de BC e visa indicar as razões pelas quais os bens incluídos em um registro do patrimônio comunitário são considerados como valor ou caráter patrimonial.

Segundo o Guidelines for Writing Effective Statements of Significance, escrever uma Declaração de Significado sobre um lugar histórico não estabelece o seu valor patrimonial. O documento registra, simplesmente, os parâmetros qualitativos que os membros da província de Columbia Britânica já associam ao local. Mostra ainda como um determinado lugar histórico representa valores comunitários mais amplos, identificados como parte do programa de conservação do patrimônio do governo local.

Os valores patrimoniais estendem-se para além de aspectos físicos do lugar histórico, mas expressam ainda a manifestação física dos valores do patrimônio estético, histórico, científico, cultural, social ou espiritual, que formam o caráter patrimonial desta comunidade.

É essencial que os responsáveis pela preparação de Declarações de Significado tenham uma compreensão ampla e consistente dos objetivos, princípios e políticas de conservação do patrimônio da comunidade com a finalidade de familiarizar-se com a população em relação a:

- Valores do patrimônio comunitário e seu contexto histórico;

- Existência de critérios de avaliação do patrimônio;
- Gestão do patrimônio e necessidades de preservação;
- Existência de documentos ou ações no sentido de conservação do patrimônio (por exemplo, inventários do patrimônio, registo, políticas).

#### **1.5.1.1. PARA CADA LUGAR UM HISTÓRICO DETERMINADO**

Segundo o estatuto da Columbia Britânica, moradores de cidades como Vancouver e Vitória podem registrar o reconhecimento formal de lugares históricos e protegidos, ou mesmo lugares que estão programados para serem reconhecidos no futuro. Para tanto, é necessário indicar na documentação a extensão física e a forma do local histórico. Por exemplo, os limites físicos, informações se a região está ou não localizada em distrito histórico ou se a localidade está sujeita à alteração, à reabilitação ou se encontra sob ameaça.

#### **1.5.1.2. DECLARAÇÃO DE IMPORTÂNCIA ESCRITA E PROCESSO DE REVISÃO**

Para os registros documentais da Declaração de Importância, os canadenses interessados devem apresentar um dossiê com, no mínimo, os seguintes passos:

Passo 1 - Coleta de informações sobre o local histórico e o seu significado para a comunidade. Os recursos podem incluir arquivos do governo local, arquivos comunitários, o endereço na Internet, organizações de patrimônio comunitário, etc. Registro de fontes de informação histórica utilizada para a elaboração da declaração de significância. Início de produção de um dossiê de referência para cada local histórico, contendo toda a informação recolhida na fase de investigação. Esse dossiê fará parte do acervo final de registro permanente do patrimônio da comunidade no escritório do governo local.

Passo 2 - Solicitação de contribuição da comunidade sobre o lugar histórico. Utilização fontes de informação, como o *website* do governo local, jornais comunitários, grupos de interessados, Comitê Consultivo do Patrimônio, sociedades históricas, etc., para obter uma noção de como e por que o lugar é valorizado pelas pessoas da comunidade. Guardar as notas sobre qualquer contributo da comunidade.

Passo 3 - Visita ao local histórico. Registro de notas sobre a descrição, a disposição, as características físicas e outras informações, que só podem ser recolhidas no local. Produção de fotografias para referência futura.

Passo 4 - Revisão de todo o material compilado até à data de redação do primeiro rascunho da Declaração de Significado.

Passo 5 - Revisão do primeiro esboço com a participação de outra pessoa ou pessoas experientes no processo de redação e revisão da declaração de significância. Realização das correções necessárias.

Passo 6 - Submissão do projeto revisto ao grupo gestor da declaração de significância, que pode ser o Comitê Consultivo do Patrimônio ou outro grupo responsável pela declaração de significância de algum tipo, conforme determinado pelo governo local.

Passo 7 - Reunião com o representante do governo local e o grupo gestor da declaração de significância para a obtenção de aprovação do projeto da declaração de significância. Isso ajudará a assegurar que a declaração de significância contenha os pontos de vista da comunidade sobre os valores-chave e a definição de caráter do local.

Passo 8 - Edição do projeto da declaração de significância conforme aconselhado e submeter a revisão ao grupo de gestor.

Passo 9 - Realização de uma revisão final e obtenção de “aprovação” prévia da declaração de significância em reunião com o grupo gestor.

Passo 10 - Realização de todas as revisões finais, de acordo com as instruções do grupo gestor da declaração de significância e submissão do documento completo ao governo local. O documento final da declaração de significância deve, então, ser incluído no Registro do Patrimônio Comunitário e submetido ao registro de Lugares Históricos pelo governo local.

### **1.5.1.3. DECLARAÇÕES DE COMPONENTES SIGNIFICATIVOS**

Após o processo interno de construção do dossiê, que compõem a declaração de significância, o *Guidelines for Writing Effective Statements of Significantes* [s.d.] orienta que o documento precisa esclarecer de forma coesa a significância patrimonial histórica, de acordo com três seções distintas.

#### **1.5.1.4. SEÇÃO 1 - DESCRIÇÃO - O "QUÊ"**

A descrição deve explicar em duas ou três frases o lugar histórico como ele existe, atualmente, de forma geral, com o mínimo de palavras possível.

As três partes da Declaração de Significância funcionam como um todo. Na descrição, não é necessária a inclusão de informações e detalhes a serem inseridos nas seções posteriores, que aprofundam o valor patrimonial e características dos elementos.

Para lugares históricos já formalmente reconhecidos, é necessário descrever apenas os aspectos do lugar que foram formalmente reconhecidos.

#### **1.5.1.5. SEÇÃO 2 - VALOR PATRIMONIAL - O "PORQUÊ**

O valor patrimonial pode ser definido como a importância ou significado estético, histórico, científico, cultural, social ou espiritual para as gerações passadas, presentes e futuras. Os lugares históricos devem ser descritos como acervo pelos seguintes motivos:

- a) Possuem imagens que possam ilustrar realizações em termos de concepção, tecnologia e/ou planejamento, ou uma fase significativa no desenvolvimento de uma comunidade, província, território ou nação;
- b) Estão associados a eventos que contribuíram para os padrões da história no nível local, provincial, territorial ou nacional;
- c) Estão associados à vida de pessoas de importância histórica no nível local, provincial, territorial ou nacional;
- d) Possam ilustrar ou simbolizar no todo, ou em parte, uma tradição cultural, um modo de vida ou ideias importantes para o desenvolvimento de uma comunidade, território provincial ou nação.

Ainda conforme Guidelines for Writing Effective Statements of Significance [s.d.], o valor patrimonial deve ser capaz de avaliar a importância ou significado estético, histórico, científico, cultural, social ou espiritual nos seguintes aspectos:

- Arquitetônico;
- Personagens;
- Contexto histórico;
- Localização;
- Materiais;
- Planejamento;
- Qualidade;
- Tecnologia;
- Utilização.

Ao final, deve-se esclarecer o porquê do lugar histórico, imóvel ou monumento deve ser incluso na declaração de significância e qual é a situação de momento. Isso deve ser descrito para refletir o valor patrimonial de um lugar em um contexto moderno.

#### **1.5.1.6. SEÇÃO 3 - ELEMENTOS DEFINIDORES DE CARÁTER - O "COMO".**

Os elementos definidores de caráter (CDE) devem identificar as principais características do local histórico e os seus valores patrimoniais, ou seja, acrescentar a análise da Pátina e as provas históricas da utilização à lista já apresentada no valor patrimonial.

Os CDE's devem ser uma lista de formulários de pontos e referir-se ao local como existe atualmente e apoiar-se no valor patrimonial do lugar histórico, como identificado na secção "valor patrimonial".

Todo este tópico da pesquisa teve como objetivo principal a exposição da análise visual da degradação de um imóvel com características de Patrimônio Cultural. Trata-se de uma atividade complexa, o que relatam as pesquisas de Prieto (2001) e Meira (2008), exigindo conhecimento aprofundado e multidisciplinar.

#### **1.5.2. ÍNDICE DE SIGNIFICÂNCIA CULTURAL (ISC)**

A técnica e a experiência para caracterizar o patrimônio histórico e cultural têm levado muitos pesquisadores à publicação de trabalhos para apresentar o valor de referência com a finalidade de servir de parâmetro comparativo.

O termo significância cultural ganhou visibilidade com a Carta de Burra (1999), lançada no ICOMOS - Austrália, em 1978, conforme informa Lacerda & Zancheti (2012). A sistematização da significância correlaciona a relevância e aprofunda a gestão das diretrizes para operações de investimentos em restauração, preservação e de importante bem cultural.

O Índice de Significância Cultural (Isc) proposto por Guimarães (2021), aplicado em edificações educacionais, compreende variáveis que analisam valores e a correlação deles no contexto histórico da cidade, quantificando valores patrimoniais de uso, atratividade econômica, histórico, artístico, cultural, simbólico e antiguidade.

Na metodologia desse autor, deve-se analisar desses sete valores e calcular o Isc, possibilitando a comparação de vários imóveis que contenham acervos arquitetônicos artísticos, culturais e históricos, conforme a sua significância para o município, como expressa Oliveira e Pantoja (2021).

Como esses dados dependem de análise aprofundada do acervo documental e arquitetônico do edifício, nesta serão demonstrados os modelos numéricos, sem entrar no mérito específico ou discussões aprofundadas sobre o assunto. Assim a ferramenta de

análise pode ser validada, observando sempre a necessidade dos profissionais e pesquisadores a frente da tomada de decisão.

A avaliação da significância patrimonial deve atender as diretrizes da Divisão de Patrimônio do NSW "Avaliando a Significância do Patrimônio" de Kerr (2013), visando:

- Valor de Uso

Trata-se de valor de utilidade do atributo/bem para a sociedade, que é utilizado para abrigar atividades habitacionais, administrativas, comerciais, culturais, associado a um valor de uso. Os valores de uso devem ser analisados segundo a Tabela 14.

Tabela 14 - Valor de Uso . Fonte: Kerr (2013) apud Guimarães (2021).

Valor de Uso Diretrizes para Inclusão:	Avaliação de Significância Diretrizes para Exclusão:
- É importante para atividades individuais ou coletivas de um grupo identificável	- Identifica uma demanda em termos de utilização
- É importante para o senso de lugar da comunidade, fazendo atividades rotineiras da comunidade local	- Ser irrelevante modo de vida cotidiana da comunidade local
- Mantém ou mostra a frequência de um processo ou atividades coletivas e/ou individuais	- Não apresenta qualquer utilidade que possibilite atividades sociais

- Valor Atrativo Econômico

Expressa, em geral, o potencial do atributo/bem para a economia, favorecendo o seu crescimento com a devida cautela. Esse valor não indica o valor monetário, mas a possibilidade de capitalização por meio de visitação do patrimônio e da geração de emprego e renda. Exemplos de valoração do atrativo econômico estão representados na Tabela 15.

Tabela 15 - Valor de Polo Econômico.

Fonte:- Kerr (2013) apud Guimarães (2021).

Valor atrativo Econômico Diretrizes para Inclusão:	Avaliação de Significância Diretrizes para Exclusão:
- Mostra de evidências de uma atividade humana significativa	- Não demonstra nenhuma evidencia de atividade humana frequente
- Está associado a uma atividade que atrai público para consumir serviç�os locais	- Ser irrelevante para atração de público para si e para atividades ao redor
- Se trata de uma referência sob aspectos atrativos que atrai visitação turística	- Tem sido tão alterado que não pode mais fornecer atratividade de visitação

- Valor Histórico

A proposta da Tabela 16 é indicar exemplos para avaliar o atributo/bem com a visão de um documento, um retrato de uma época ou o modo de vida da sociedade, à época, e o seu reconhecimento e a importância na história. O valor histórico pode, inclusive, representar um fato ocorrido, registrando a atividade humana ou a fase histórica na qual houve o ocorrido.

Tabela 16 - Valor Histórico. Fonte: Kerr (2013) apud Guimarães (2021)

Valor Histórico	Avaliação de Significância
Diretrizes para Inclusão:	Diretrizes para Exclusão:
- Mostra de evidências de uma atividade humana significativa	- Tem conexões incidentais ou infundadas com atividades ou processos historicamente importantes
- Está associado a uma atividade significativa ou fase histórica	- Fornece evidências de atividades ou processos de importância histórica duvidosa
- Mantém ou mostra a continuidade de um processo ou atividade histórica	- Tem sido tão alterado que não pode mais fornecer evidências de um acontecimento histórico

- Valor Artístico

O valor artístico demonstrado na Tabela 17 se relaciona com uma determinada apreciação estética e envolve um conjunto de princípios de um artista ou um movimento artístico, incluindo as suas técnicas construtivas e processos envolvidos. Deve-se atentar para composição arquitetônica e o que esta representa à linguagem estética ou ao movimento arquitetônico.

Tabela 17 - Valor Artístico. Fonte: Kerr (2013) apud Guimarães (2021).

Valor Artístico	Avaliação de Significância
Diretrizes para Inclusão:	Diretrizes para Exclusão:
- Mostra associação a inovação criativa, técnica ou realização	- Não se trata de grande trabalho de um importante designer ou artista
- Trata-se de inspiração para a inovação criativa, nova técnica ou realização	- Por algum motivo foi descaracterizado de modo perder sua integridade técnica
- É esteticamente distinto	- Seu apelo visual foi degradado e alterado pelo tempo
- Tem características marcantes	- Tem uma associação não comprovada com uma realização criativa ou técnica
- Uma técnica, estilo ou tecnologia particular	

- Valor Cultural

É valor cultural o que interliga a identidade social ao passado. Essa é a grandeza base para o valor histórico e formadora da consciência e da memória coletiva atemporal, englobando o presente, o passado e o futuro.

Manifestam que o modo de vida pode ser reconhecido pelas suas artes, o seu sistema social, os seus hábitos e costumes, a sua religião, ou seja, o seu valor cultural. A Tabela 18 especifica esse conceito, apresentando detalhes de valores culturais e as respectivas diretrizes. Avalia o atributo ou objeto está relacionado às artes, aos costumes ou às instituições de uma nação, povo ou grupo, e se possui identidade social.

Tabela 18 – Valor Cultural. Fonte: Kerr (2013) apud Guimarães (2021).

Valor Cultural	Avaliação de Significância
Diretrizes para Inclusão:	Diretrizes para Exclusão:
- Mostra de evidências de uma atividade humana significativa	- Tem conexões incidentais ou infundadas com atividades ou processos historicamente importantes
- Está associado a uma atividade significativa ou fase histórica	- Fornece evidências de atividades ou processos de importância histórica duvidosa
- Mantém ou mostra a continuidade de um processo ou atividade histórica	- Tem sido tão alterado que não pode mais fornecer evidências históricas

- Valor de Antiguidade

O valor de antiguidade representa a nítida percepção do passar do tempo, observando todo o ciclo necessário desde a criação, com suas técnicas utilizadas, precisas ou imprecisas, possíveis marcas deixadas pela natureza, e a pátina registrada, como as diretrizes de inclusão e exclusão da Tabela 19.

Tabela 19 – Valor de Antiguidade. Fonte: Kerr (2013) apud Guimarães (2021).

Valor de Antiguidade	Avaliação de Significância
Diretrizes para Inclusão:	Diretrizes para Exclusão:
- Mostra de evidências de uma atividade humana significativa	- Tem conexões incidentais ou infundadas com atividades ou processos historicamente importantes
- Está associado a uma atividade significativa ou fase histórica	- Fornece evidências de atividades ou processos de importância histórica duvidosa
- Mantém ou mostra a continuidade de um processo ou atividade histórica	- Tem sido tão alterado que não pode mais fornecer evidências de um acontecimento histórico

- Valor Simbólico

Os símbolos fazem parte da experiência humana, de modo que cada grupo, cada sociedade, cada época, deixam esse tipo de marca histórica. É um registro profundo da sociedade.

Ao avaliar o valor simbólico, elaborou-se a Tabela 20 para perceber a naturalidade com a qual os seres sócio-histórico-culturais interagem com o habitat em análise, e, também, os registros de documentais, acontecimentos e eventos que oficializam a valoração do patrimônio. O atributo ou objeto é considerado como símbolo.

Tabela 20 -Valor de Simbólico. Fonte: Kerr (2013) apud Guimarães (2021).

Valor Simbólico	Avaliação de Significância
Diretrizes para Inclusão:	Diretrizes para Exclusão:
- É um bom exemplo de seu tipo e tem as principais características de uma importante classe ou grupo	- É um exemplo pobre de seu tipo
-Representa determinado modo de vida, filosofia, costume, processo significativo, design, técnica ou atividade	- Não representa características significativas de um tipo
- É notório por causa de sua configuração, condição ou tamanho	- Foi tão alterado que não apresenta evidências de um estilo histórico original
- É notório por causa de sua integridade ou estima em que é mantida	- Não inclui ou perdeu o alcance de características de um tipo

A junta técnica multidisciplinar com arquitetos, engenheiros, historiadores e outros técnicos deve selecionar os atributos a serem analisados em documentos e acervos do empreendimento em estudo, justificando cada sistema ou indicadores de significância.

Com base na avaliação dos valores descritos, a proposta é que seja apresentada a proporção entre a quantidade de itens avaliados em relação ao valor máximo possível, seguindo o modelo da Tabela 21. Esse modelo possibilita com clareza e rastreabilidade avaliar as informações coletadas e o registro do acervo analisado.

Tabela 21 - Descrição de acordo com Índice de Significância (Isc). Fonte: Guimarães (2021).

ÍNDICE DE SIGNIFICÂNCIA CULTURAL (Isc)	DESCRIÇÃO
0	Sem importância cultural
$0 < Isc \leq 0,25$	Pequena importância cultural
$0,25 < Isc \leq 0,5$	Média importância cultural
$0,5 < Isc \leq 0,75$	Alta importância cultural
$0,75 < Isc \leq 1,0^*$	Altíssima importância cultural

Nesta pesquisa, o índice de significância cultural é reconhecido como uma variável importante na gestão de ambientes construídos, tanto na fase cálculo da depreciação do imóvel quanto como balizador na composição de custos de restauro e obras. Fundamentalmente seu objetivo é chamar a atenção do vistoriador, informando para a necessidade de análise mais ampla e aprofundada.

Hipóteses como restauro, reuso ou adequação urbanística devem constar no texto final do laudo de vistoria, pautada na informação coletada no contexto multidisciplinar com apoio da equipe de especialistas e análises conjunta.

Diante de constante evolução teórica da restauração, novos programas de projetos e obras devem verificar qual será a decisão mais adequada ao empreendimento, cada caso é um exemplar único.

A Figura 34 exemplifica o que pode ocorrer com decisões equivocadas quando se trata de patrimônio cultural, e infelizmente não são raras. Caso, amplamente, divulgado na mídia espanhola, mostra o resultado da ação de uma senhora leiga que deformou a imagem de um afresco no Santuário Nossa Senhora da Misericórdia, em Borja-Espanha, desconhecendo a técnica ou mesmo o valor histórico da imagem.



Figura 34 - Ação de restauro equivocado. Fonte: <https://www.bbc.com/internacional-6250092>.

Casos específicos para análise do patrimônio cultural, com aplicação do método proposto, nesta tese serão apresentados com as inspeções especializadas no Teatro Nacional Cláudio Santoro e no Santuário Dom Bosco, ambos em Brasília-DF a fim de evitar transtornos como o exemplo espanhol.

Quanto a significância cultural é importante que fique solidificado o quão é importante a percepção e a necessidade preservar o Patrimônio Cultural bem como a complexidade que o envolve. Os conceitos, princípios e tendências devem continuar a ser

discutidos, analisados e postos à prova, adaptando-os para cada grupo social, municípios, governos e países.

Como elemento vivo, o Patrimônio Cultural deve sempre ser preservado ao máximo, na maior parte possível. Isso não evita que esse habitat seja analisado, também, por outras variáveis, como a de obsolescência. Cabe ressaltar que esta pesquisa é uma visão conservacionista a ser aplicada na gestão do mercado imobiliário, pois a manutenção da edificação com aparência, funcionalidade e segurança é mais viável do que restauros.

## 1.6. DEPRECIACÃO IMOBILIÁRIA

É importante ter conhecimento acerca do conceito de depreciação e com os efeitos na parte contábil, assim percebe-se de forma mais clara quão fundamental é o equilíbrio físico-financeiro entre a conservação predial e a capacidade do empreendimento de gerar receitas.

De forma sintética, Marion (2014) apresenta que, para análise gerencial do resultado contábil da empresa, visualizam-se dois tipos de receita. A primeira é a receita bruta e representa o total decorrente dos serviços e produtos comercializados da empresa. A segunda é a receita líquida, que é a receita bruta após serem aplicadas todas as deduções. Adaptando o conceito de Pereira A. (2013) enquanto o imóvel mantiver receita bruta superior aos custos indiretos, como manutenção, impostos, seguros, condomínio, é possível evitar a depreciação do bem por um período, teoricamente, ilimitado na forma gráfica da Figura 35.

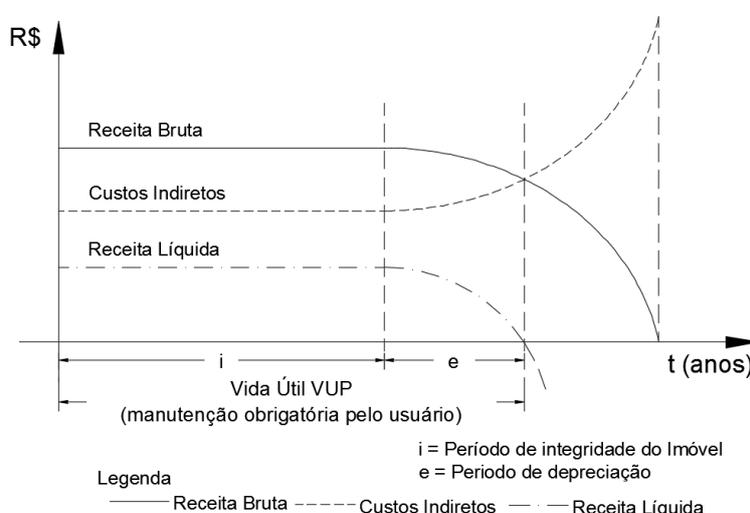


Figura 35 - Captação de receita x Vida útil do Imóvel. Fonte: adaptado em layout de Pereira A. (2013).

Percebe-se que a vida útil de projeto (VUP) só pode ser garantida enquanto houver investimentos em manutenção, ou seja, enquanto houver recursos da receita bruta para arcar com os custos indiretos. Esse é o ponto em que começam as restrições e o imóvel inicia a curva de degradação e depreciação.

Existe uma percepção generalizada das pessoas de que os custos de uma edificação se encerram na conclusão da obra. Ledo engano, muitas vezes o custo de manutenção e preservar são equiparáveis ou superiores ao valor do próprio edifício só que este aporte financeiro é distribuído ao longo do ciclo de vida e muitas vezes passam desapercibidos, principalmente quando há gestão do desempenho.

O valor do imóvel pode ser decomposto em duas partes: a edificação e o terreno. Durante o ciclo de vida de um imóvel, diversos são os agentes que podem, progressivamente, causar a sua perda de valor. Abunahman (2008) descreve bem sobre as variáveis complexas do mercado imobiliário incluindo os atos administrativos de governos, economia local, regional, nacional ou até mesmo global, que ocasionam oscilações significativas nos investimentos imobiliários, tornando-os dinâmicos e com grandes flutuações de preço, principalmente, em terrenos e regiões urbanas.

A segunda parte do imóvel, a edificação, tem a sua depreciação vinculada à falta de conservação predial, conforme fluxograma da Figura 36.

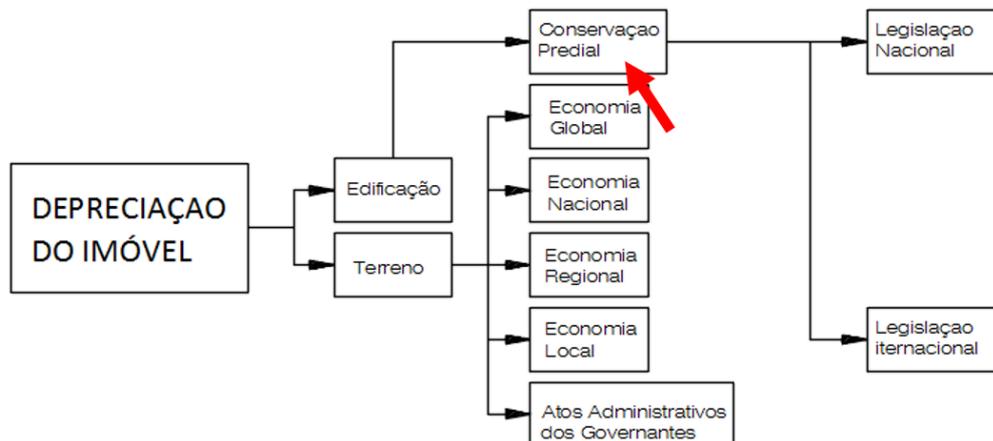


Figura 36 - Fatores que afetam a depreciação. Fonte: Elaborado a partir de Radegaz (2013).

Estudos apresentados por Braga (2015) sugerem a definição de dois conceitos: depreciação funcional e depreciação externa. A depreciação funcional é a parcela que afeta diretamente a edificação, ocasionando a perda de valor por conta de características ou deficiências de concepção arquitetônicas dos espaços do imóvel, que impedem ou limitam a sua operacionalidade, como áreas de circulação exíguas, áreas de compartimentação reduzidas ou excessivas, ou até mesmo, a existência de elementos ou materiais de construção inadequados à utilização do imóvel.

A depreciação externa é causada pela influência negativa de efeitos não relacionados diretamente ao empreendimento em si. Esses efeitos podem ser de ordem econômica, ambiental, social e política sendo todos inimputáveis ao proprietário, sem a gestão direta sobre o patrimônio edificado.

O investidor no mercado de imóveis não consegue reverter o efeito da depreciação decorrente da depreciação externa, mas consegue fazer a gestão do patrimônio equilibrando os custos com degradação e obsolescência de acordo com o nível de qualidade esperada. Este é o principal conceito sobre desempenho.

O modelo mais propício para a gestão supracitada pode ser visto na Figura 37.



Figura 37 - Custos x Qualidade. Fonte: Brown, F. (1984) apud Miranda e Calejo (2020).

Neste trabalho, a depreciação imobiliária abordada será a parcela do imóvel que se refere à edificação. Não será tratada a variação do valor decorrente da localização. Essa parcela pode ser controlada com investimentos adequados em conservação predial para retardar a degradação dos sistemas e aumentar a vida útil do imóvel.

### 1.6.1. MERCADO IMOBILIÁRIO – VALOR DO IMÓVEL

O valor de um bem é determinado pela lei da oferta e procura. Isso se baseia em fatos históricos e em estudos de diversas áreas de conhecimento, como Economia, Sociologia, Engenharia, entre outras. A questão fundamental é a decisão sobre quais os elementos que influenciam a oferta e procura, atraindo um cliente e, por outro lado, pode provocar a repulsa do mesmo cliente. Vargas (2014) em seus estudos analisa o mercado de imóveis como *commodities*, visando o lucro a partir do custo de produção baixo, para aumentar o crédito que o investidor recebe. No mercado financeiro, o *spread* é justamente isto, a diferença entre o preço de compra e o preço de venda de um ativo.

Essa é a visão comercial de um produto no qual o habitat é direcionado como um bem a ser transacionado no mercado de capitais. Cipriano (2014) reconhece que atribuir o valor a um bem é o problema fundamental da Economia. Ao longo do tempo, à conclusão de que valor do patrimônio edificado é pontual, de acordo com circunstâncias específicas, baseadas na utilidade e as limitações do capital do instante analisado. Basicamente, o valor do imóvel é um marco temporal, que necessita ser verificado a cada época.

Segundo Alonso & D'Amato (2009), a avaliação do bem é o valor estatístico provável, indicando os limites mínimos e máximos que o empreendimento pode atingir, quando posto em negociação em determinado momento do mercado, de acordo com a oferta e a procura de produtos de mesma característica.

É assim que grande parte dos empreendimentos urbanos são transacionados, desde que não tenham significado cultural e histórico.

Quando se trata do seletivo grupo onde é reconhecida a significância, a análise do valor do imóvel e sua preservação dependem diretamente do tipo de proprietário: Público ou Privado. No caso que agente público é o proprietário é repassado os custos de manutenção e preservação para tributos municipais, estaduais ou federais, de acordo com o valor cultural deste bem, e não podem ser vendidos. Quanto mais patrimônios culturais geridos pelo ente público, tanto maior será o valor de tributos, alimentando-se um ciclo vicioso.

O outro grupo de imóveis culturais cujos proprietários são familiares ou empresas privadas, por vezes, os recursos são obtidos por exploração comercial, o que gera grande conflito social. Em muitos casos, os gestores desses imóveis não conseguem oferecer manutenção compatível com a significância cultural que o habitat representa.

Opções para a exploração sustentável de patrimônios culturais em propriedades privadas e preservá-los são objetos de pesquisadores como Köhler (2019).



Figura 38 – Igrejas a venda – altos custos de manutenção.

Fonte: <http://a.files.bbc.co.uk/imagens/2013/02/22/130222192405churchdecolarge.jpg>

Para casos específicos, o valor cultural não pode ser comparado com o valor de mercado. Há todo conjunto de especificidades que devem ser levadas em consideração. Essa é a principal função do índice de significância cultural.

Autores como Miranda & Camposinhos (2021) e Radegaz (2019) chegam a propor que o mercado deveria pagar valores superiores, em caso de imóveis com acervo cultural reconhecidos pois são empreendimentos singulares.

Termos como preço, custo e valor são variáveis obtidas com tratamento estatístico, principalmente, quando o habitat envolve bens singulares. Nesse caso é importante valorar os materiais, significância cultural, técnicas construtivas e até custos de manutenções e preservação que exigem operações específicas e alteram o ciclo de vida do imóvel.

Analisar o valor do habitat é complexo e não há “receita de bolo”, o que exige aprofundamento constante no conhecimento a respeito das características do patrimônio cultural avaliado.

### **1.6.2. MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DA DEPRECIÇÃO DE IMÓVEIS**

Serão apresentados os conceitos definidos na literatura discorrem sobre metodologias para o cálculo do coeficiente de depreciação ( $k$ ). Pesquisas complementares como Pimenta (2011) e Pereira (2013) também citam os conceitos, propondo critérios mais rígidos para o cálculo desse coeficiente, utilizando o método dos fatores presente na BS ISO 15686-5:2017.

Há diversos métodos para o cálculo do coeficiente de depreciação, os mais consagrados na literatura técnica e testados no mercado de avaliação de imóveis são:

- Método da Linha Reta;
- Método de Kuentzle;
- Método de Ross;
- Critério de Heidecke;
- Método Combinado de Ross-Heidecke;
- Método dos Fatores ISO 15686.

Todos esses métodos utilizam equações matemáticas, multiparâmetros e variáveis, como idade do imóvel ( $x$ ), vida útil ( $n$ ) e que representam a depreciação ao longo do tempo.

### **1.6.3. MÉTODO DA LINHA RETA**

O método Linear parte do princípio de que a depreciação do imóvel é constante e gradual. Por isso, o coeficiente de depreciação será uma constante uniforme durante toda a vida útil do bem. Esse método considera duas constantes. A primeira refere-se ao valor

residual no final da vida útil. A segunda constante representa a parcela do imóvel que será depreciada. A Equação (5) que representa o método da Linha Reta é:

$$V_x = \left[ 0,2 + \frac{0,8 * (n - x)}{n} \right] * V_n \quad (5)$$

Onde:

$V_x$  = valor residual;  $x$  = idade do imóvel;  
 $n$  = vida útil provável do imóvel;  $V_n$  = valor de novo

Na Equação (5), a variável  $n$  possui o mesmo significado da VUP, vida útil de projeto e referência, estabelecida pela série ABNT NBR 15575. A parte variável, correspondente ao fator de depreciação  $k$ , é representada pela Equação (6):

$$k = \left[ \frac{(n - x)}{n} \right] \quad (6)$$

Onde:

$k$  = coeficiente de depreciação;  $x$  = idade do imóvel.  
 $n$  = vida útil;

Esse método é utilizado no ensino de contabilidade para apresentar o imóvel como o ativo em depreciação constante, formando uma reta inclinada durante toda a vida útil do bem, de acordo com a Figura 39.



Figura 39 - Representação Gráfica Método da Linha Reta. Fonte: Pimenta (2011)

Segundo análise da Figura 39, é necessário afirmar que o imóvel possui depreciação constante ao longo da vida útil, mas sem considerar-se todos os materiais, componentes, patologias individuais e estados de conservação diferenciados. Apesar de praticidade notória, o método da linha reta não reflete a realidade física do bem. Em sua justificativa, o pesquisador afirma que o modelo matemático não utiliza variáveis que

possam representar a degradação de cada elemento construtivo. Percebe-se que o Método Linear não leva em consideração as ações de manutenção e reabilitação.

#### 1.6.4. MÉTODO EXPONENCIAL

O Método Exponencial, conhecido, no Brasil, como Método de Kuentzle, se parte do princípio que o mecanismo de depreciação tem a forma parabólica.

Nesse método, podem-se verificar menores depreciações nos primeiros anos dos imóveis, aumentando gradativamente na fase final, mais semelhante ao que ocorre fisicamente na edificação. O coeficiente de depreciação é dado pela seguinte equação (7).

$$k = \left(\frac{u}{n}\right)^2 \quad (7)$$

Onde:

$k$ = coeficiente de depreciação;  $u$ = idade atual do imóvel.  
 $n$ = vida útil;

É importante ressaltar que, na análise das variáveis, pode-se verificar que o fator de depreciação acumulado é sinônimo do coeficiente de depreciação, nomenclatura adotada em obras técnicas do Brasil. A variável  $n$  possui o mesmo significado da VUP estabelecido pela ABNT NBR 15575. Graficamente, os resultados seguem uma forma parabólica, conforme a Figura 40.

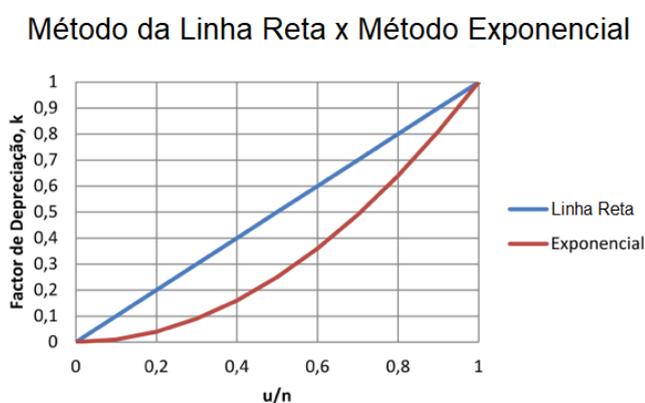


Figura 40 - Representação dos Métodos de Kuentzle comparativo ao Linear. Fonte: Pimenta (2011).

Percebe-se que a depreciação é quase imperceptível nos primeiros anos, mas agrava-se a longo do tempo. Por essa razão o Método Exponencial aproxima o modelo matemático do modelo físico de senso comum.

### 1.6.5. MÉTODO DE ROSS

Este Método que é em uma posição intermediária entre o da Linha Reta e o da parábola de Kuentzle, pois ele é, justamente, a média aritmética dos dois métodos. Esse método aproxima o resultado obtido a partir do modelo verificado na realidade. A equação (8) representa a proposta do método de Ross:

$$ki = \frac{1}{2} * \left\{ \frac{xi}{ni} + \left( \frac{x}{n} \right)^2 \right\} \quad (8)$$

Onde:

k= coeficiente de depreciação;                      x= idade aparente do imóvel.  
n= vida útil;

A variável  $n$  possui o mesmo significado da VUP estabelecido pela ABNT NBR 15575-1:2021. De forma gráfica que o método de Ross pode ser visto na Figura 41.

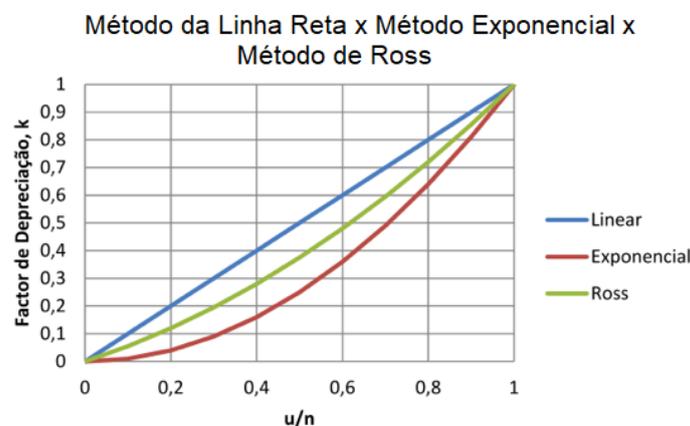


Figura 41 - Representação dos Método Ross x Exponencial x Linha Reta. Fonte: Pimenta (2011).

O objetivo é diminuir o erro e o desvio da realidade, aproximando o resultado obtido no cálculo matemático à realidade visível durante a inspeção.

### 1.6.6. CRITÉRIO DE HEIDECHE

No critério de Heidecke o estado de conservação (C) do bem influencia diretamente o seu valor. A conservação não restabelece o valor do bem, mas prolonga a sua durabilidade.

O critério apresenta a qualidade para cinco categorias principais de estado de conservação (C) e para quatro categorias intermediárias, relacionadas na Tabela 22. Na

tentativa de reduzir a subjetividade ao qualificar o estado de conservação, Pereira (2013) apresenta exemplos de características de referência para cada estado de conservação (C) de Heidecke.

Tabela 22 - Critério de Heidecke. Fonte: Pereira (2013)

Índice	ESTADO DE CONSERVAÇÃO (C)	COEF. UTILIZADO (%)	CARACTERÍSTICAS
a	Novo	0	Edificação nova ou com reforma geral e substancial, que apresente apenas sinais de desgaste natural da pintura externa
b	Entre novo e regular	0,32	Edificação nova ou com reforma geral e substancial, que necessite apenas de uma demão leve de pintura.
c	Regular	2,52	Edificação seminova ou com reforma geral e substancial, entre 2 e 5 anos, cujo estado geral possa ser recuperado .
d	Entre regular e reparos simples	8,09	Edificação seminova ou com reforma geral, entre 2 e 5 anos, cujo estado geral recuperado com reparo de fissuras localizadas.
e	Reparos simples	18,1	Edificação cujo estado geral possa ser recuperado com pintura interna e externa, sem recuperação do sistema estrutural.
f	Entre reparos simples e importantes	33,2	Edificação cujo estado geral possa ser recuperado com pintura interna e externa. Recuperação localizada do sistema estrutural.
g	Reparos importantes Entre	52,60%	Edificação cujo estado geral possa ser recuperado com pintura interna e externa, com recuperação de parte do sistema estrutura.
h	Entre reparos importantes e sem valor	75,2	Edificação cujo estado geral ou recuperação do sistema estrutural, substituição da regularização da alvenaria.
i	Sem valor	100	Edificação em estado de ruína.

O estado de conservação (C) registra qualitativamente a manutenção do imóvel e possui a correspondência quantitativa. Segundo Heidecke, o estado de conservação se mantém durante a vida útil do imóvel indicando que este estado deve ser fundamental para o bom comportamento dos sistemas e preservação do valor durante a vida útil do empreendimento.

### 1.6.7. MÉTODO DE ROSS-HEIDECHE

O método combinado de Ross-Heidecke é a combinação do método Ross com o Critério de Heidecke.

A partir dessa combinação, entende-se que o coeficiente de depreciação  $k$  varia de forma não linear (Ross) e está, intimamente, relacionado ao estado de conservação do imóvel (Heidecke).

A depreciação do bem pode ser representada conforme a Equação (9):

$$K_G = \sum_i^j k_i * E_i \quad (9)$$

Onde:

$K_G$  = Depreciação total do imóvel       $E_i$  = Estrutura de Custo do sistema  $i$   
 $k_i$  = Depreciação do sistema  $i$

Antes de calcular valor de depreciação do sistema ( $k_i$ ) deve-se aplicar a equação (10), que demonstra a variável em função da idade do imóvel ( $x_i$ ) e da vida útil de projeto ( $n_i$ ).

$$\alpha = \frac{1}{2} * \left( \frac{x}{n} + \frac{x^2}{n^2} \right) \quad (10)$$

Onde:  $x$  = idade do imóvel  $n$  = vida útil de projeto

A depreciação do sistema ( $k_i$ ) é dimensionada pela Equação (11):

$$k_i = \frac{1}{2} * \left( \frac{x_i}{n_i} + \frac{x_i^2}{n_i^2} \right) + \left[ 1 - \frac{1}{2} * \left( \frac{x_i}{n_i} + \frac{x_i^2}{n_i^2} \right) \right] * C \quad (11)$$

Onde:

$k_i$  = coeficiente de depreciação do sistema;  $x_i$  = idade do sistema i;  
 $C$  = estado de conservação;  $n_i$  = vida útil do sistema i.

Cabe salientar que o autor utiliza as variáveis “n” e “x” para definir, respectivamente, a “idade do imóvel” e a “expectativa de vida útil”. Com a finalidade de padronizar todas as equações apresentadas serão utilizadas as nomenclaturas correspondentes à ABNT NBR 15575-1:2021 e a ABNT NBR 14653-1:2019.

- a) n: expectativa de vida útil, a variável utilizada pelo autor representa o mesmo conceito de vida útil (VUP) estabelecido na ABNT NBR 15575-1:2021.
- b) x: é o tempo decorrido desde a conclusão da construção até a data da inspeção, variável apresentada como a idade real (I), conforme ABNT NBR 14653-1: 2019.

A combinação dos métodos de Ross e de Heidecke oferece um modelo matemático com maior coerência técnica e aproxima este modelo do estado de depreciação física observado “in loco”. Por esse motivo, essa é a metodologia com maior divulgação e aceitação nos mercados imobiliários nacional e internacional, inclusive, no caso de lides jurídicas no Brasil.

Para descobrir a vida útil residual ( $V_r$ ) do imóvel, aplica-se a seguinte equação (11):

$$V_r = VU * (1 - K_G) \quad (11)$$

Onde:  $V_r$  = Valor residual  $VU$  = Valor util prevista  $K_G$  = depreciação global

Quando o imóvel não cumpre mais a sua função ou não pode ser ocupado, resta ao investidor o valor residual arbitrado ( $V_{ra}$ ), fixado em 20%. Esse índice é reservado ao valor do terreno, após a edificação entrar em ruína. O gráfico pode ser visto na Figura 42.

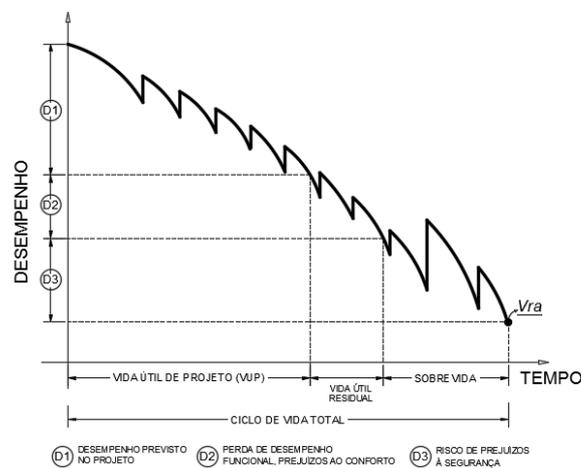


Figura 42 - Curva de Desempenho x Tempo, análise do  $V_{ra}$ .

Fonte: Adaptada da ABNT NBR 15575-1:2021.

O método de Ross-Heidecke foi representado graficamente conforme a Figura 43, na qual são vistas as curvas de depreciação para cada estado de conservação (C), proposto pelo Critério de Heidecke, e sua variação ao longo do tempo da vida útil, conforme proposto pelo método de Ross.

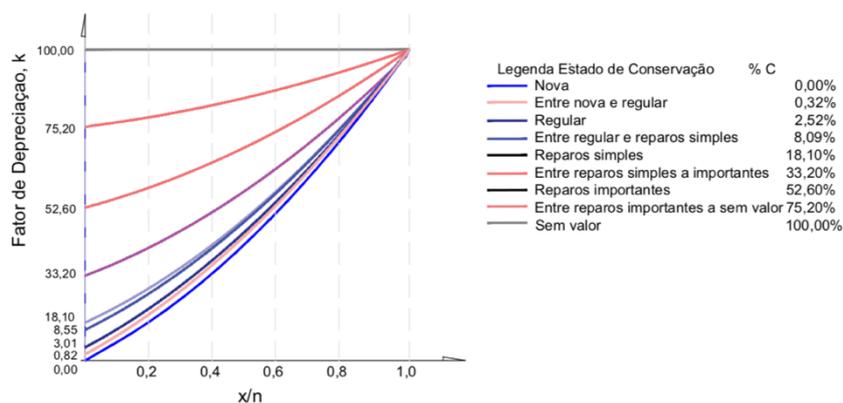


Figura 43 - Fator de depreciação x estado de conservação. Fonte: adaptado em layout de Pimenta (2011).

A questão a respeito do gráfico Figura 43 é que ele trata a depreciação do imóvel como um plano, desconsiderando que, durante a vida útil, o imóvel varia em desempenho. Esse é um grande paradigma no uso da metodologia de Ross-Heidecke.

No ponto  $x/n$  igual a zero, não é coerente falar de um imóvel com estado de conservação com “reparos importantes” e depreciação inicial de 52,60%, representando,

por exemplo o caso de um o imóvel sequer foi ocupado ou teve a vida útil consumida, mas já apresenta danos.

Nesse ponto, os estudos de Oliveira (2018) apresentam que, durante o ciclo de vida de um imóvel, o desempenho pode variar, levando a um estado de conservação diferente. Ajustando a curva do coeficiente de depreciação, incluindo o desempenho, tem-se uma curva em três eixos, como indicado na Figura 44.

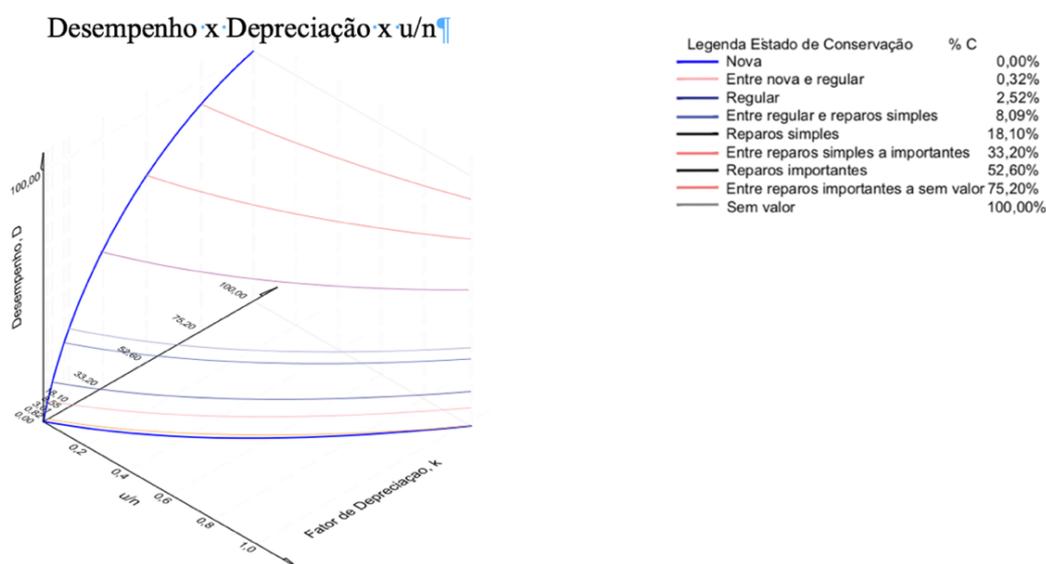


Figura 44 - Variação do coeficiente de depreciação, desempenho e estado de conservação (C).

A Tabela 23 é a referência do *Bureau of Internal Revenue* na qual está registrada a vida útil para diversos tipos de tipos de imóveis.

Bureau of Internal Revenue – Tipo de Imóvel	Vida útil (Anos)
APARTAMENTOS	60
ARMAZÉNS	75
BANCOS	70
CASAS DE ALVENARIA	65
CASAS DE MADEIRA	45
CONST. RURAIS	60
EDIF. ESCRITÓRIOS	70
FÁBRICAS	50
GALPÕES (DEPÓSITOS)	70
GARAGENS	60
HOTEIS	50
LOJAS	70
SILOS	75
TEATROS	50

Tabela 23 - Vida útil estimada para diversas edificações. Fonte: Abunahman (2008).

O *Bureau of Internal Revenue* é uma instituição francesa que compartilha informações fiscais relativas ao mercado imobiliário, como, por exemplo, os dados da

Tabela 23, desempenhando um importante papel na luta contra as práticas de evasão fiscal em escala global.

Se a hipótese é pertinente, a avaliação da vida útil de imóveis, como apresentado na Figura 45, representa situação paradigma, pois estão edificadas a mais de 200 anos e ainda possuem desempenho e atendem como residência e propriedade particular.



Figura 45 - Imóvel em Bordeaux, uma construção de 1820.

Fonte: <https://immobilier.lefigaro.fr> acesso em 10/09/2021.

Caso seja aplicado o método de Ross-Heidecke na análise de imóveis semelhantes ao apresentado, chegar-se-á à conclusão de que sistemas como o estrutural e o sistema de vedação interna e externa estarão com vida útil ultrapassada e não possuem valor, o que não condiz com a imagem apresentada. A idade aparente ( $x$ ) e a vida útil projetada ( $n$ ) chegam a uma situação paradigma obrigando avaliador à pressuposição de novas hipóteses para estas variáveis.

Essa situação ocorre com maior frequência em edificações antigas ou em casos de patrimônios históricos. Para isso, ABNT NBR 14653-7:2009 abre uma parte específica na análise de imóveis históricos.

## 1.7. INSPEÇÃO PREDIAL

Não há como efetuar o tratamento de dados sem uma coleta de dados coesa e centrada no objeto a ser analisado. Para tanto, antes de ir a campo, deve-se apresentar procedimentos padronizados para a vistoria e formulários específicos que auxiliem a coleta de dados do imóvel. É importante ressaltar que o vistoriador deve explicitar a presença de indicadores de degradação referentes a aparência, funcionalidade ou segurança dos sistemas ou materiais presentes no imóvel. Com referência a agentes de degradação foi utilizado nesta pesquisa os estudos de Gomide et al. (2011), que consideram as anomalias técnicas, falhas de manutenção, problemas de uso ou desgaste natural como elementos que afetam o desempenho e seus fatores.

No ponto de vista de Pujadas (2017) a aplicação correta da manutenção, de acordo com o desempenho dos sistemas, controla a velocidade da degradação física e retarda a deterioração. A inspeção predial é a constatação sensorial e sistêmica da edificação, considerada, também, como Vistoria de Conformidade.

A Figura 46 representa o que deve ser observado durante a inspeção predial

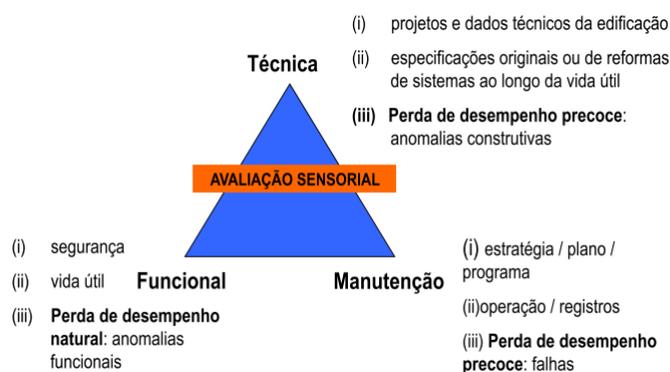


Figura 46 - Inspeção Predial. Fonte: Pujadas (2017)

No Brasil, a Norma de Inspeção Predial - ABNT NBR-16747:2020 é o marco na área de conservação do ambiente construído e a conservação das edificações, sendo base para pesquisas e análises a partir de dados captados de forma simples. As inconformidades vistoriadas devem ser classificadas em anomalias ou falhas com a seguinte nomenclatura:

- As anomalias caracterizam-se pela perda de desempenho de um elemento, subsistema ou sistema construtivo e são ainda divididas em:

- i. Endógena ou construtiva: quando perda de desempenho decorre das etapas de projeto e/ou execução;
  - ii. Exógena: quando a perda de desempenho se relaciona a fatores externos à edificação, provocados por terceiros;
  - iii. Funcional: quando a perda de desempenho se relaciona ao envelhecimento natural e o consequente término da vida útil;
- As falhas caracterizam-se pela perda de desempenho de um elemento, subsistema ou sistema construtivo, decorrentes do uso, operação e manutenção;
  - Como a inspeção predial é uma avaliação sensorial, pode não ser possível classificar em anomalias e falhas a totalidade das irregularidades constatadas e apontadas no desenvolvimento do trabalho.

Os elementos e sistemas construtivos devem ser priorizados de acordo com escala indicada na ABNT NBR 16747:2020, segundo a norma:

- a) Prioridade 1: ações necessárias quando a perda de desempenho compromete a saúde e/ou dos usuários, e/ou a funcionalidade dos sistemas construtivos, com passíveis de segurança; paralisações; comprometimento de durabilidade (vida útil); e/ou aumento expressivo de custo de manutenção e de recuperação. Também devem ser classificadas no patamar “Prioridade 1” as ações necessárias quando a perda de desempenho, real ou potencial, podem gerar riscos ao meio ambiente;
- b) Prioridade 2: ações necessárias quando a perda parcial de desempenho (real ou potencial) tem impacto sobre a funcionalidade da edificação, sem prejuízo à operação direta de sistemas e sem comprometer a saúde e segurança dos usuários;
- c) Prioridade 3: ações necessárias, quando a perda de desempenho (real ou potencial) podem ocasionar pequenos prejuízos à estética, ou quando as ações necessárias são atividades programáveis e passíveis de planejamento, com baixo ou nenhum comprometimento do valor da edificação. Nesse caso, as ações podem ser feitas sem urgência porque a perda parcial de desempenho não tem impacto sobre a funcionalidade da edificação, não causa prejuízo à operação direta de sistemas e não compromete a saúde e segurança do usuário.

Na proposta de Cóias (2006), durante a inspeção inicial, os técnicos devem observar as necessidades de recuperação de manifestações patológicas instaladas, que geram deterioração, conforme Tabela 24.

Tabela 24- Classificação dos danos. Fonte: Cóias (2006).

Fase	Atividades	Objetivo
Detecção da necessidade de intervir até à decisão de intervir	Pesquisa documental	Caraterização preliminar da construção, incluindo as eventuais anomalias.
	Oitiva com os usuários	Análise preliminar dos materiais, incluindo as eventuais anomalias.
	Análise da legislação aplicável	Caraterização preliminar das situações de contorno
	Relatórios preliminares Monitoração preliminar	

Entre os documentos que compõem os relatórios preliminares, faz parte o formulário de inspeção onde constam os sistemas construtivos com referência a danos recorrentes. No Brasil, exemplos de formulários para inspeção predial podem ser vistos em Gomide et al. (2011), sempre em prol de uma coleta de dados de forma estruturada. A diversidade de edificações e obras, evidentemente, exigem estudos específicos para cada tipologia por isto, por mais que existam modelos, estes devem ser customizados para cada empreendimento a ser vistoriado.

Para selecionar e relacionar os sistemas a serem inspecionados por ordem de relevância, Doubek (2013) propõe a análise dos custos construtivos da edificação, por meio de planilha de obras ou estrutura analítica de projetos (EAP).

Todas essas instruções, normas e peculiaridades na coleta de informações em campo demandaram organização dos processos e nos formulários a serem distribuídos durante a inspeção.

Dos fatores que afetam a vida útil durante o ciclo de vida do imóvel, apresentados na série de normas que compõem a ISO 15686, as amostras utilizadas nesta pesquisa, em sua grande maioria, possuíam padrões estabelecidos para projetos, qualidade dos materiais, qualidade de execução de obra, qualidade de manutenção e uso. Isso auxiliou os processos de estatística e a verificação de aderência aos modelos numéricos propostos.

## **1.8. AMOSTRAS UTILIZADAS NA PESQUISA**

Não há como abordar as amostras e os resultados sem citar o apoio do trabalho árduo e profundo de pesquisadores do Laboratório do Ambiente Construído - LabRAC/PPG/FAU/UnB e da Faculdade de Engenharia do Porto FEUP. Além dos testes de modelos matemáticos utilizados para calibrar a escala de degradação e desempenho esperado, esse grupo de pesquisadores, inicialmente, agrupou as amostras com características de desempenho mínimo, intermediário e superior. Todos os 2305 imóveis amostrais passaram por processos padronizados de coleta e a equipe de campo refez as inspeções de forma periódica entre os anos de 2014 a 2021.

Ao final e, em consenso dos pesquisadores envolvidos no processo de triagem e tratamento dos dados, tornou-se necessário o estabelecimento de um novo grupo de imóveis com o desempenho denominado especial. O objetivo desse novo grupo foi atender a empreendimentos como bens artísticos, culturais ou com função primordial para a sociedade, como é o caso de centros de referência hospitalar, obras de arte e outros imóveis de fundamental importância para o município. Imóveis com desempenhos especiais devem possuir, também, atenção dedicada quanto aos investimentos de manutenção e preservação a fim de evitar que sejam paralisados ou apresentem perda de funcionalidade, como os exemplos publicados por Prieto (2001), Meira (2008), Almeida (2013) e Galimi (2021).

### **1.8.1. IMÓVEIS COMERCIAIS**

Segundo Pereira (1999) o serviço postal brasileiro foi instituído por Dom Pedro I em 1822 com o nome de Correio-Mor do Reino. A atividade em si foi desenvolvida por diversos órgãos com diferentes nomenclaturas até o ano de 1969, quando foi criada a Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (ECT). Neste ano a empresa já contava com 926 imóveis.

Reconhecida pelo nome comercial de Correios, a empresa cresceu em atendimento e processos auxiliando na integração dos municípios brasileiros, como parte fundamental na comunicação e operações logísticas entre pessoas e empresas no Brasil. A expansão da atividade comercial exigiu, também, a ampliação dos ativos patrimoniais, conforme a Figura 47, o que levou ao atual parque edificado com 2293 imóveis próprios entre agências, lojas em centros comerciais, edifícios operacionais e galpões para

tratamento e triagem das cartas e encomendas, distribuídos em mais de cinco mil municípios brasileiros.

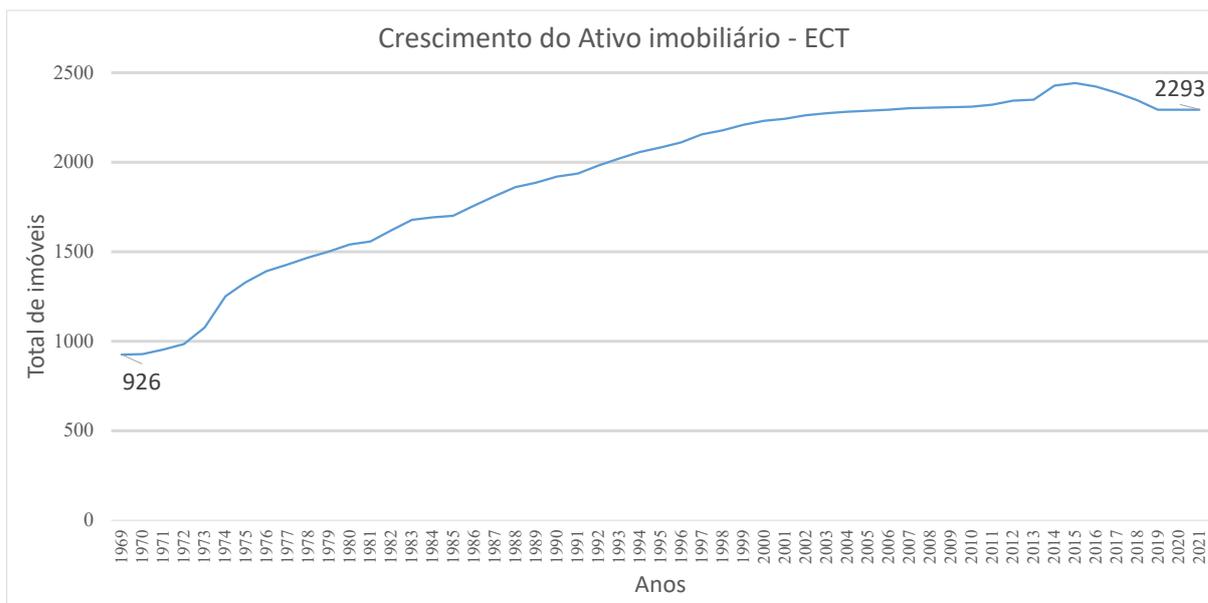


Figura 47- Crescimento dos ativos patrimoniais dos Correios. Fonte: Acervo dos Correios.

Para equivalência com a normativa do *Bureau of Internal Revenue*, as amostras utilizadas foram cadastradas com a tipologia: “casa” todas 657 agências com pavimento único; “edifício” todos os 1070 imóveis de múltiplos pavimentos; “loja” todos os 522 pontos comerciais existentes em centros comerciais e, finalmente, “galpão” os 44 centros de tratamentos e triagens.

A Tabela 25 apresenta a cronologia da coleta de dados de forma estruturada com anotações sobre o estado de conservação e registros fotográficos das manifestações patológicas observadas.

Tabela 25 - Cronograma de coleta dos dados de forma estruturada. Fonte: Acervo dos Correios

Ano	Casa	Edifício	Galpão	Loja	Total Geral
2019	477	919	24	380	1800
2020	76	19	7	72	174
2021	86	95	8	42	231
2022	18	37	5	28	88
TOTAL	657	1070	44	522	2293

Segmentado em onze macro sistemas construtivos selecionados, a partir da estrutura de custo no processo construtivo, os dados do estado de conservação de sistemas estrutural, alvenaria, revestimento, pintura, piso, cobertura, forro, esquadrias, hidrossanitário, elétrico e ar condicionado foram consolidados na Tabela 26 .

Por tratar-se de grande acervo edificado, a cautela no registro de informações de forma coesa e estruturada é parte do processo interno dos Correios, auxiliando na gestão financeira e operacional das equipes de conservação e manutenção dos imóveis.

Tabela 26 - Sistemas e estado de conservação dos empreendimentos. Fonte: Acervo dos Correios.

Sistema \ Estado de Conservação	Estrutura	Alvenaria	Revestimento	Pintura	Piso	Cobertura	Forro	Esquadrias	Hidrossanitário	Elétrico	Ar cond
Novo	175	175	174	173	174	175	177	174	174	174	175
Entre nova e regular	51	62	51	28	44	39	56	54	62	58	50
Regular	1823	1175	730	125	1277	1602	1093	1553	1779	1719	1333
Entre regular e reparos simples	21	136	411	490	297	219	206	259	61	117	157
Reparos simples	62	563	685	1180	332	126	527	122	56	70	22
Entre reparos simples a importantes	32	50	86	90	22	16	50	18	16	13	8
Reparos importantes	54	69	94	139	44	44	73	46	37	41	17
Entre reparos importantes a sem valor	9	9	6	12	8	4	7	9	7	9	1
Sem valor	66	54	56	56	95	68	104	58	101	92	530

A Figura 48 apresenta de forma gráfica o estado de conservação, de acordo com o sistema construtivo dos imóveis dos Correios. Por conta de sua longevidade, os Correios acompanharam o perfil da cultura contemporânea, caracterizada pela circulação em grande escala e sem fronteiras de homens, ideias, informações e produtos, envolvida em múltiplos aspectos da vida social por meio de sua atividade no transporte de comunicações, que é a essência da atividade postal.

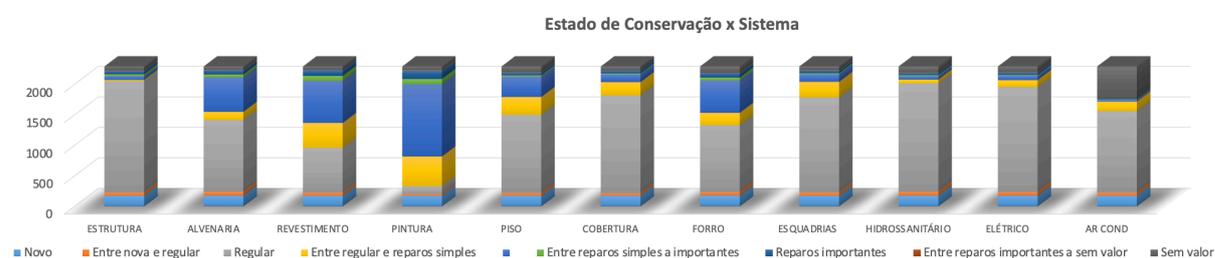


Figura 48- Sistemas e estado de conservação imóveis dos Correios. Fonte: Acervo dos Correios

O primeiro imóvel destinado, exclusivamente, a atender ao serviço postal foi inaugurado em 1878 e, desde então, o acervo imobiliário aumentou junto com o crescimento da empresa e representa uma parte de toda a história não só da empresa mas do Brasil.

Essas edificações chamadas de ativos imobiliários são consideradas um importante acervo do patrimônio histórico e cultural nacional. Destaca-se o estilo Art Déco como um dos mais impactantes, como ilustrado na Figura 49.

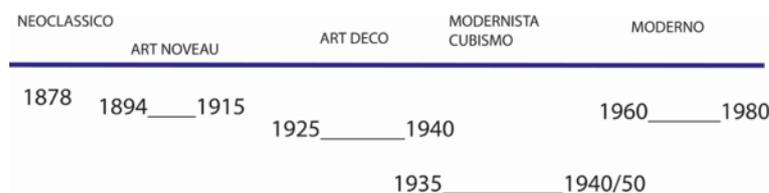


Figura 49- Cronologia arquitetônica do Brasil - Participação dos CORREIOS

Fonte: Adaptado de Pereira (1999).

Na parte arquitetônica, existe uma quantidade significativa de imóveis dos mais diversos períodos, estilos de época, construídos com técnicas estruturais que variam do adobe, madeira, placas de concreto, concreto convencional, protendido até estruturas metálicas, o que permitiu compreender parte da evolução histórica da arquitetura, engenharia e cultural brasileira pelos edifícios institucionais, conforme ilustrado na Figura 50.



- 1- Estilo Neoclássico - Edifício Agência Niterói/RJ
- 2- Estilo Colonial - Edifício Agência Tiradentes/MG
- 3- Estilo Cubista - Edifício Central/BA
- 4- Estilo Art Déco - Edifício Agência Pelotas/RS
- 5- Estilo Art Déco - Edifício Central/MS
- 6- Estilo Art Déco - Edifício Central/CE
- 7- Estilo Moderno - agência EQS 104-304/DF
- 8- Estilo Moderno - Ed. Sede /DF

Figura 50- Ilustrações das fachadas de edifícios postais em diferentes períodos históricos.

Fonte: Pereira (1999).

A importância do patrimônio histórico cultural da empresa é notória. Os arquivos fornecidos indicam 400 imóveis de relevância histórica para municípios, estados ou

reconhecidos pelo IPHAN, com tipologias e processos construtivos diversos, como na Figura 51.



Figura 51- Exemplo de edifícios postais com relevância histórica - IPHAN. Fonte: Acervo dos Correios.

Com este rico acervo gerir a conservação é imprescindível, estabelecendo parâmetros que viabilizem o planejamento dos investimentos em desempenho das edificações.

### 1.8.2. IMÓVEIS EDUCACIONAIS

Quanto aos imóveis com atividade educacional, o histórico cadastral não forneceu aprofundamento no ciclo de manutenção, como relatado nas amostras dos Correios, permitindo somente a aferição da aderência da pesquisa a outras áreas do ambiente construído.

As escolas vistoriadas fazem parte do grupo da Secretaria de Educação do Distrito Federal e suas histórias se confundem com o crescimento de Brasília. Edificações construídas, no período de 1968 a 1987, que fazem parte do acervo patrimonial da cidade. É o caso do jardim de infância da SQS 308, na Figura 52 , que recebeu a visita da Rainha Elisabeth II, em 6 de novembro de 1968, fato histórico brasileiro.



Figura 52- Jardim de infância SQS 308 - escola modelo para as superquadras.

Outro caso icônico desse grupo amostral refere-se ao Centro de Ensino Fundamental Metropolitana, registrada como primeira escola de Brasília, que funcionava com 162 alunos matriculados. Edificada em 1959, estruturada com madeira, paredes de vedações com lambri, seguindo características construtivas da época, como pode ser visto

na Figura 53. Com reforma e ampliação em 1980, a escola teve a sua importância histórica reconhecida no tombamento em 1995.



Figura 53- Centro de Ensino Fundamental Metropolitana - primeira escola de Brasília.

Todas as amostras foram vistoriadas por engenheiros, arquitetos e pesquisadores do LabRAC com a coleta de informações dos sistemas construtivos, manifestações patológicas presentes, período de reformas e o estado de conservação, conforme Critério de Heidecke. Assim foi possível estabelecer correlações por modelo estatístico, como será apresentado no próximo capítulo.

## 2. MODELOS E MÉTODOS UTILIZADOS

A metodologia deste trabalho propõe um modelo numérico para o cálculo do desempenho em seus diversos níveis, com base no valor da degradação obtida durante a inspeção predial. Com a correlação do modelo numérico estabelecido entre degradação e desempenho será proposta a certificação em escala semelhante ao utilizado no selo PROCEL. A finalidade é auxiliar no processo de gestão do ambiente construído, apoiado na Triade Vitruviana: *firmitas* (estabilidade), *utilitas* (função) e *venustas* (estética).

Antes dessas metas, entretanto, é necessário apresentar o ciclo de vida do ambiente construído e a associação existente entre o desempenho e a degradação, a obsolescência e a depreciação. É importante atentar para a possibilidade de preservação de empreendimentos residenciais, comerciais, institucionais, industriais, patrimônios culturais e obras de arte mantendo uma linha sustentável para indústria da construção civil e preservar o urbanismo das cidades.

Como o valor de comparação existente no mercado é o coeficiente de depreciação ( $K_G$ ), foi necessário analisar ao todo seis casos de aplicação do método de certificação e avaliação, separados em dois grupos. O primeiro grupo é o caso de inspeções globais, demonstrado em todas as equações, até atingir o valor comparativo do coeficiente de depreciação. No segundo grupo de empreendimentos, a aplicação da avaliação e certificação é demonstrada, sem chegar à depreciação, mas como apoio em inspeções especializadas e a gestores na tomada de decisões.

O primeiro grupo é sempre iniciado com o imóvel teste, caso elaborado somente como modelo e referência para demonstração de hipóteses e aplicação das equações. Ainda nesse grupo de inspeções globais, a metodologia de certificação e avaliação será aplicada em uma escola e em um comércio, apresentando o funcionamento das equações em casos reais. O segundo grupo refere-se às inspeções especializadas, sendo analisados dois casos, um de sistemas estruturais e outro de patrimônio artístico e cultural.

Com todos os dados coletados em inspeções prediais, o método oferece ao gestor uma percepção maior sobre o empreendimento, inclusive, na dimensão como bem cultural, analisando de forma qualitativa e quantitativa os mecanismos de degradação, desempenho, obsolescência e a depreciação, de forma individual ou integrada.

O valor comparativo para análise dos dados é o indicador de depreciação global do imóvel aplicando o método estabelecido na ABNT NBR 14653. Com o novo método apresentado nesta tese, analisa-se os valores dos mecanismos de degradação,

desempenho, obsolescência e a depreciação passo a passo, reconhecendo, inclusive, o valor artístico e cultural. Ao final, os empreendimentos são etiquetados, de acordo com o desempenho atingido possibilitando a rastreabilidade da informação e a montagem de um dossiê com informações claras para o gestor.

Além de rastreabilidade nas decisões, o método de certificação e avaliação proposto possibilita a visão para bases para reuso, antes de aferição da depreciação do bem. Todos os modelos matemáticos elaborados mantêm escala única normalizada com limite entre 0 (zero) a 1 (um) para referência dos valores extremos. Para apoio à aplicação do método de avaliação e certificação, o fluxo no tratamento das informações a ser adotado na inspeção visual e o cadastro documental serão apresentados.

Durante a busca bibliográfica, não foi encontrada nenhuma referência que abrangesse o número de variáveis com a cadência e os procedimentos propostos nesta pesquisa, o que, desse modo, garante originalidade do tema. Trata-se de uma visão inovadora com contribuições pioneiras ao estudo dos mecanismos de degradação, desempenho, obsolescência e o cálculo depreciação de imóveis, possibilitando quantificar esses eventos de forma separada ou integrada, como será demonstrado. Ressalta-se que o modelo numérico proposto tem a visão sustentável do processo de avaliação, fornecendo valores conservacionistas e propondo, sempre que possível, o reuso ou reabilitação de ambientes construídos, principalmente, quando utilizado em acervo edilício histórico, artístico e cultural.

### **2.1.1. MÉTODO PARA CERTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO**

A inspeção visual está baseada nos estudos de Cóias (2006) e Oliveira (2018) e regulamentada pela ABNT NBR-16747:2020. Como o fator comparativo final será a depreciação do imóvel, tornou-se necessário propor novas equações para quantificar os mecanismos de degradação, desempenho, obsolescência para, finalmente, analisar o valor do bem. No processo de apresentar as equações, três imóveis foram utilizados, na seguinte ordem: 1) modelo hipotético multipavimentos; 2) imóvel escolar - Escola de Ensino Fundamental Metropolitana - pavimento único; e 3) imóvel comercial - agência postal.

A tipologia adotada atende ao *Bureau of Internal Revenue*, sendo que as amostras de diferentes características possibilitaram avaliar o comportamento dos indicadores ora propostos. Como se trata de modelo numérico, somente a parte de benfeitorias será quantificada na depreciação global, desprezando a variável de localização do terreno.

Como o método proposto é capaz de quantificar, isoladamente, cada um dos mecanismos de degradação, desempenho, obsolescência e depreciação as análises serão efetuadas conforme o fluxograma apresentado na Figura 54.

Os indicadores como vida útil, vida útil de projeto, idade do imóvel, idade aparente ou tempo de ocupação passam para função secundária na equação final, como será demonstrado ao longo deste capítulo. Se tem aparência, funciona e ainda está seguro, por que desvalorizar?

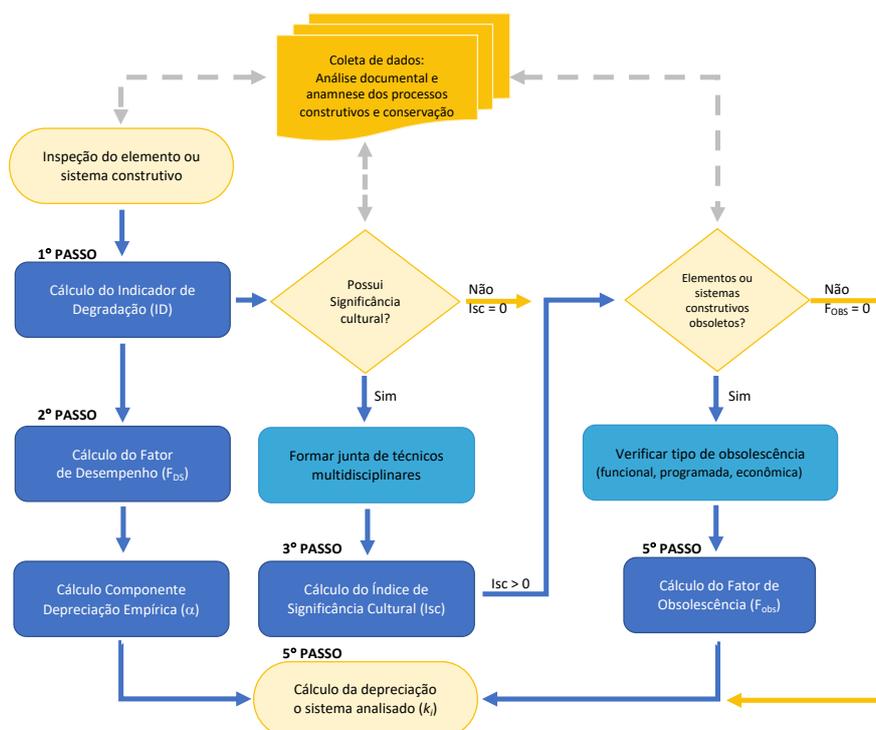


Figura 54 - Fluxograma de procedimentos para o cálculo da depreciação através do desempenho.

Percebe-se pelo fluxograma proposto que o inspetor, necessariamente, deve obter mais dados para validar o valor do bem no seu parecer final. Isso é necessário para dar mais transparência e rastreabilidade na tomada de decisões, fornecendo a visão mais técnica para o investidor sobre restauro, reabilitação, reuso ou reciclagem de materiais.

### 2.1.1.1. TRATAMENTO DOS DADOS

Para análise do ciclo de vida dos sistemas foram separados 126 ativos postais, inclusos no plano de investimento entre anos de 2021 a 2023, com tipologia variada, como mostra a Figura 55. Esse grupo de amostras são imóveis próprios ou particulares utilizados para relocação temporária de pontos de vendas e com histórico de investimentos em reformas.

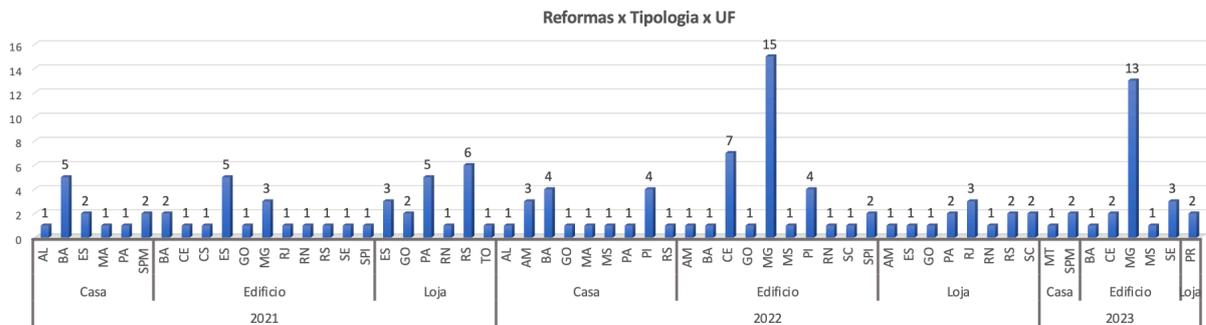


Figura 55 - Plano de Investimento de reforma 2021 a 2023.

Durante o ciclo de vida do empreendimento é necessário a aplicação constante de capital em etapas distintas. Cada etapa tem por objetivo recuperar o estado de conservação e adequar o patrimônio ao desempenho esperado naquele período de tempo, e, portanto, acompanhar a evolução do mercado, como pode ser visto na Figura 56.

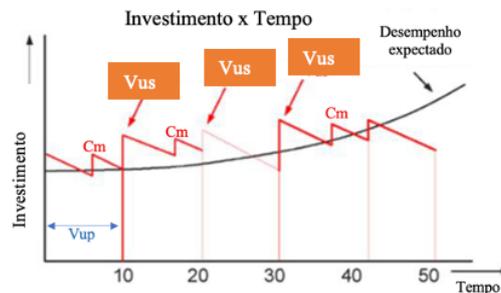


Figura 56 - Investimento ao longo dos anos. Fonte: Adaptado de Miranda e Calejo R. (2020).

Como trata-se de análise do ciclo de vida do empreendimento, há marcos distintos entre as etapas. A Vida útil de projeto ( $V_{up}$ ) representa o período de tempo estimado para qual um sistema é projetado, com o objetivo de atender aos requisitos de desempenho no período em que o imóvel foi construído. Em seguida, novos investimentos de vulto são necessários, restabelecendo a perda aparente do estado de conservação ou por novas expectativas de desempenho.

Esses aportes fazem parte do plano de investimento, e são caracterizados, neste estudo, como Vida útil de serviço ( $V_{us}$ ). Entre esses dois grandes marcos, existe ainda o aporte de valores em ciclos de manutenção periódica ou custo mínimo ( $C_m$ ), que é fundamental para rotinas permanentes de reparos e preservação da operação dos sistemas e elementos construtivos. Esse ciclo de manutenção é a base do plano de custeio.

Cabe salientar que as amostras utilizaram a variável Vida útil de serviço ( $V_{us}$ ), e registram o período intercorrente entre duas reformas no mesmo imóvel, realizadas para restabelecer o estado de conservação.

Os dados foram filtrados por plano de investimento, registros históricos e motivos de reforma. As fichas fotográficas e estado de conservação dos sistemas estão organizadas como pode ser observado na Figura 57. As amostras possibilitaram aferir a durabilidade dos sistemas, de acordo com o estado de conservação cadastrado na inspeção do imóvel. Desse foi possível analisar informações probabilísticas da real durabilidade dos sistemas construtivos em serviço no ambiente construído.



Figura 57 - Fichas de estado de conservação por sistema. Fonte: Dados fornecidos pelos Correios.

O ciclo de manutenção com serviços de conservação predial e rotinas, como limpeza de calha, troca parcial de telhas, impermeabilizações parciais, pequenos reparos/substituição de ferragens de esquadrias, troca de vidros, desobstrução ou reparos em coletores pluviais e demais serviços semelhantes, estão cadastrados nos Correios como despesas de custeio e não fazem parte desta pesquisa.

Com homogeneidade por tipologia e Unidade da Federação, o tratamento estatístico é efetuado para visão macro de todo o banco de dados fornecido.

Foram selecionados os habitats que necessitavam de reformas decorrente do baixo estado de conservação dos sistemas, caracterizando a degradação, independentemente, da tipologia e da Unidade Federativa. A quantidade de imóveis reformados foi distribuída de acordo com o período entre duas intervenções do mesmo ativo patrimonial, o que possibilitou o registro da vida útil de serviço (Vus) com intercorrências que variam de 8 a 46 anos, como demonstrado na Figura 58. Grande parte desta variação foi atribuída aos fatores ambientais.

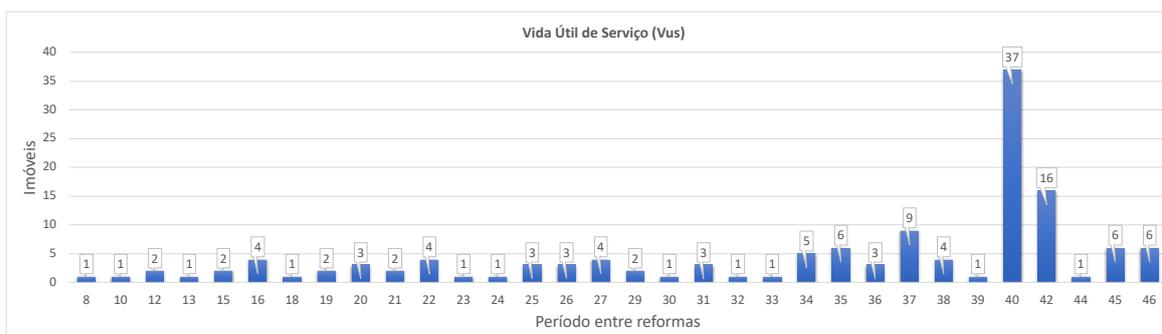


Figura 58 - Vida útil de serviço do imóvel.

Verifica-se que o maior grupo de imóveis é reformado em períodos próximos aos quarenta anos de serviço, o que já apresenta a quebra de paradigma da vida útil de projeto aplicado a sistemas e elementos construtivos. Como trata-se de ambiente construído, 19,4% das amostras possuem estado de conservação suficiente para operação comercial com ciclos em torno de 40 a 42 anos de serviço, reforçando a percepção de que *firmitas* (estabilidade), *utilitas* (função) e *venustas* (estética) pode ser mais ampla do que a de parâmetros temporais da vida útil de projeto aplicado a sistemas e materiais construtivos de forma isolada.

Foram agrupadas as frequências de solicitação de reformas por sistema construtivo, objeto de investimento e inserção no plano de obras do triênio em análise, o que possibilitou construir o gráfico da Figura 59.



Figura 59 - Frequência de danos.

Percebe-se que os sistemas de esquadrias e cobertura têm pouca representatividade, pois, segundo os gestores dos Correios, trata-se de intervenção no plano de custeio. Com esse exemplo de aplicação de recursos em manutenção, como ocorrido no sistema de esquadria e cobertura, demonstra-se que a conservação regular dos sistemas aumenta a sua durabilidade, torna-os longevos, e evita intervenções mais profundas, como outras demandas cadastradas no plano de investimento.

A Figura 60 mostra três exemplos de sistema de revestimento, todos com 34 anos de vida útil de serviço, mas que ainda apresentam condição de uso qualificados com estado de conservação regular.



Figura 60 - Estado de conservação Regular - Vus 34 anos.

Fonte: Dados fornecidos pelos Correios.

Com o foco na durabilidade, as 126 amostras de empreendimentos geraram 375 informações dos sistemas construtivos organizadas, conforme histograma apresentado na Tabela 27, indicando o sistema e a frequência de imóveis reformados no tempo. A vida útil de serviço (Vus), ou período entre duas reformas no mesmo sistema, não indica a perda total da aparência, funcionalidade ou segurança, mas um ciclo de investimento mais profundo para recuperar o desempenho, consoante a análise do inspetor e os registros observados no campo.

Tabela 27 - Histograma - vida útil de serviço dos sistemas.

<i>Estrutura</i>		<i>Esquadrias</i>		<i>Cobertura</i>		<i>Hidrossanitário</i>		<i>Alvenaria</i>		<i>Revestimento</i>		<i>Piso</i>		<i>Air condicionado</i>		<i>Elétrico</i>		<i>Fôrro</i>		<i>Pintura</i>	
Vus	Freq	Vus	Freq	Vus	Freq	Vus	Freq	Vus	Freq	Vus	Freq	Vus	Freq	Vus	Freq	Vus	Freq	Vus	Freq	Vus	Freq
40	4	16	1	16	1	12	1	19	1	8	1	12	1	8	1	12	1	10	1	8	1
		34	1	22	1	21	1	22	2	10	1	13	1	12	1	13	1	12	1	10	1
		37	1	27	2	24	1	29	2	16	3	18	1	13	1	15	2	16	2	12	1
		38	2	30	1	25	1	37	6	21	1	21	1	15	2	16	2	20	1	15	2
		40	1	32	1	26	2	38	1	22	2	22	1	18	1	18	1	21	1	16	3
		45	2	35	1	34	1	39	1	27	2	23	1	19	2	19	1	22	1	19	2
		46	3	40	5	40	5	40	6	31	1	26	1	21	1	20	1	25	2	20	1
						45	1	42	7	34	3	27	2	22	1	21	1	27	2	22	3
						46	2	45	1	35	2	30	1	24	1	22	1	30	1	23	1
								46	1	36	1	31	1	25	3	23	1	31	2	25	2
										38	1	33	1	26	2	24	1	32	1	26	2
										40	19	35	2	27	1	25	1	33	1	27	3
										45	2	36	2	29	2	26	2	35	6	29	2
												40	3	34	4	31	1	36	2	31	1
												42	4	36	1	34	2	37	4	32	1
												45	2	37	6	35	2	38	3	33	1
												46	3	38	1	37	2	39	1	34	4
														40	12	38	2	40	15	35	5
														42	7	40	7	42	9	36	3
														45	2	42	5	44	1	37	8
														46	4	44	1	45	4	38	2
																45	1	46	4	39	1
																				40	28
																				42	13
																				44	1
																				45	3
																				46	1

Exceto no caso do sistema estrutural, no qual as quatro mostras aleatórias indicaram intervenção de reforma coincidentes com 40 anos, todos os demais sistemas possibilitaram a percepção que a vida útil de serviço pode ser maior do que os parâmetros adotados pela ABNT NBR 15757, como será demonstrado na sequência. O tratamento estatístico dos elementos amostrais faz parte da Tabela 28

Tabela 28 - Análise estatística da vida útil de serviço dos sistemas.

	Estrutura	Esquadria	Cobertura	Hidrossanitário	Alvenaria	Revestimento	Piso	Ar condicionado	Elétrico	Forno	Pintura
<i>Índice Estatístico</i>											
Média	40	40	33	34	38	34	34	34	31	37	35
Mediana	40	40	33	40	40	40	35	40	35	40	38
Moda	40	46	40	40	42	40	42	40	40	40	40
Desvio-padrão	0	8,83	8,18	10,52	6,88	9,99	10,27	10,72	10,54	8,50	9,00
Variância da amostra	0	77,96	66,99	110,67	47,34	99,72	105,43	114,90	111,00	72,29	81,03
Mínimo	40	16	16	12	19	8	12	8	12	10	8
Máximo	40	46	40	46	46	45	46	46	45	46	46
Amostras	4	11	12	15	28	38	28	39	39	65	96
Nível de confiança (95,0%)	0	5,93	5,20	5,83	2,67	3,28	3,98	3,47	3,42	2,11	1,82

O nível de confiança inferior a 10,0% indicou que as amostras possuem tratamento estatístico confiável, principalmente, quando se compara ao desvio padrão obtido em todos os sistemas construtivos, também, próximos a 10,0%. O intervalo de confiança de 95%, com valores variando entre os sistemas de 5,93 a 1,82, significa que mesmo elementos menores, inclusos no processamento matemático, ainda representam confiança ao modelo probabilístico.

A variância máxima calculada em 114,90 ocorreu no sistema de ar condicionado, comprovando que existe distância entre os valores da amostra, o que, entretanto, não inviabiliza a análise do grupo de elementos, como pode ser visto no gráfico de boxplot da Figura 61.

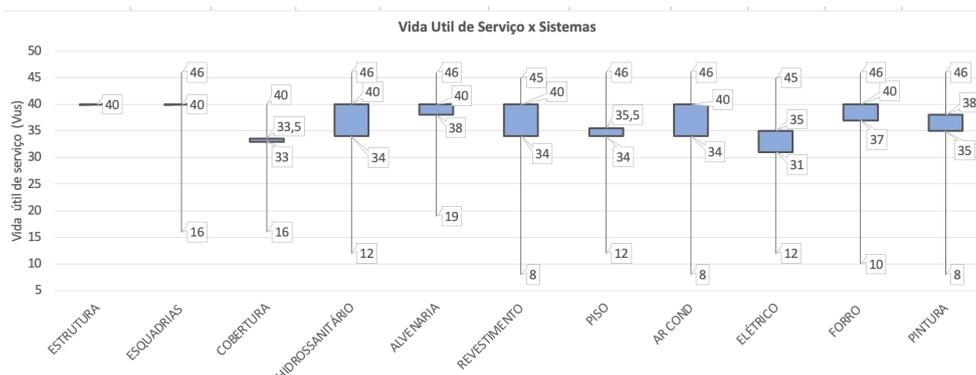


Figura 61 - Vida útil de serviço (Vus) dos sistemas.

A Tabela 29 apresenta valores mínimos e máximos de vida útil de projeto e de vida útil de serviço para auxiliar na análise comparativa entre os valores adotados em norma de desempenho e os valores aferidos nas amostras de campo, por meio de inspeção visual.

Tabela 29 - Vida útil de serviço dos sistemas x Vida útil de projeto.

	<i>Estrutura</i>	<i>Alvenaria</i>	<i>Elétrico</i>	<i>Esquadrias</i>	<i>Cobertura</i>	<i>Hidrossanitário</i>	<i>Revestimento</i>	<i>Piso</i>	<i>Ar condicionado</i>	<i>Forro</i>	<i>Pintura</i>
<i>Índice Estatístico</i>											
Mínimo Amostras (Vus)	40	19	12	16	16	12	8	12	8	10	8
Mínimo 15575 (Vup)	50	40	20	20	20	13	13	13	8	8	8
Superior 15575 (Vup)	75	60	30	30	30	20	20	20	12	12	12
Máximo Amostras (Vus)	40	46	45	46	40	46	45	46	46	46	46

Ressalta-se que os valores amostrais foram obtidos por registros de imóveis em atividade em diversas regiões do Brasil. A Figura 62 apresenta os gráficos para análise comparativa entre os dados normativos e amostrais, separados entre os valores mínimos e máximos observados.

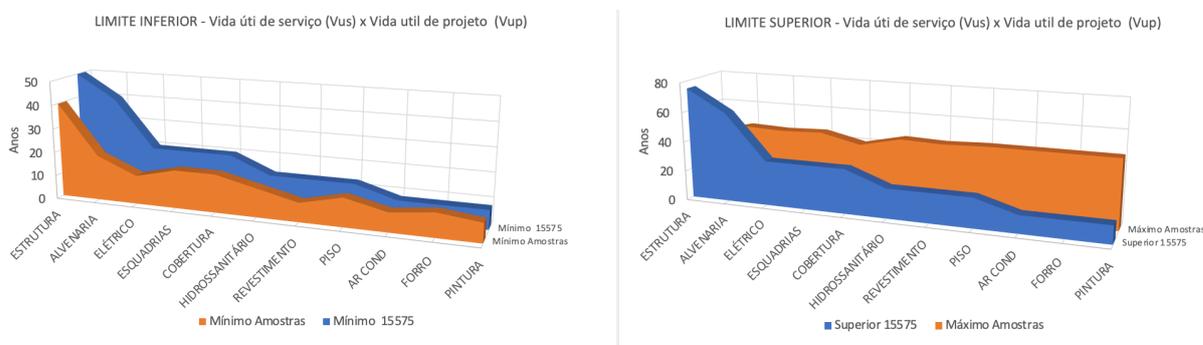


Figura 62 - Análise entre Vus x Vup - valores mínimos e máximos.

Os dados amostrais referentes à vida útil de serviço mínima são inferiores ou iguais aos parâmetros indicados da norma de desempenho. Cabe ainda ratificar que o grupo de dados amostrais são oriundos de empresa projetizada, que mantém padrões processuais, mas de uso intenso com atividades de atendimento a clientes ou transporte de cargas, o que exige o controle na equipe de manutenção.

Na análise gráfica do ambiente construído, percebe-se que o limite máximo de serviço é, de fato, homogêneo entre os sistemas construtivos. Principalmente, quando se observa os dados calculados entre os sistemas elétrico, esquadrias, cobertura, hidrossanitário, revestimento, piso, ar condicionado, forro e pintura.

Essa é a percepção simbiótica que um sistema construtivo não é solicitado, isoladamente, durante o ciclo de vida do imóvel, quando o desempenho e a vida útil de

todos os materiais e elementos construtivos agem de forma conjunta, formando compensações durante todo o período de serviço. Esse é o motivo pelo qual deve-se analisar o ciclo de vida do imóvel, e comparar com a vida útil proposta pelo fabricante ou em ensaios de laboratórios isolados.

As características dos elementos amostrais advindos de empresa com qualidade controlada de planejamento, projeto, materiais, execução de obra, uso e manutenção serão utilizados como referência na análise e formulação do desempenho intermediário. Outra contribuição é a visão que desempenho de bens edificados deve ter maior aderência ao estado de conservação que o tempo de ocupação, como previsto por Vitruvius.

Durante o tratamento de dados, percebeu-se que existe um grupo de imóveis que devem ser atemporais, ou seja, o seu desempenho deve ser mantido, independentemente, da vida útil informada por fabricantes ou ensaios. Esse é o grupo de desempenho especial que será apresentado durante a aplicação do método de avaliação e certificação.

#### **2.1.1.2. PREPARAÇÃO DA MEMÓRIA DE CÁLCULO**

A aplicação do método de certificação e avaliação proposto está segmentada em cinco etapas, quantificando os efeitos da degradação, desempenho, índice de significância cultural, obsolescimento e, por fim, a depreciação.

Para demonstrar o modelo numérico e explicar cada equação proposta, primeiramente, será utilizado um grupo de três amostras com características que possibilitem a comprovação das hipóteses da pesquisa e a aplicação dos limites numéricos das equações nas hipóteses extremas. Esse primeiro grupo compreende uma amostra hipotética, denominada teste, e duas amostras reais, sendo um imóvel escolar e um imóvel comercial.

Após a apresentação desse grupo, outros quatro empreendimentos com casos diferentes serão mostrados, os quais exigiram do método a aplicação de formulários customizados, com as características construtivas, singularidades do imóvel e lista de manifestação patológica mais propícia ao tipo de edificação. A inspeção especializada do sistema estrutural foi aplicada ao Santuário Dom Bosco e ao Centro de Convivência Multicultural dos Povos Indígenas da UnB, mais conhecido como Maloca, respeitando o acervo cultural e histórico e as estruturas de cada um destes acervos edificados. Os dois casos finais referem-se às inspeções globais aplicadas às amostras da Biblioteca Central da UnB e do Teatro Nacional Cláudio Coutinho.

### **2.1.2. MÉTODO PARA INDICADOR DE DEGRADAÇÃO (ID)**

A pesquisa tem o foco no tratamento dos dados coletados em inspeção, modelando equações a serem aplicadas, conforme o fluxo de trabalho da Figura 54. O processo se inicia no dimensionamento do indicador de degradação (ID), com apoio da grade de avaliação da degradação do habitat (GADH), Norma Holandesa NEM-2767 (2017), parametrizada por Martinatti (2021), e GUT<sub>c</sub>.

Foram utilizados três modelos na análise da degradação para avaliar os estudos e a aderência das metodologias, quando aplicadas a imóveis educacionais e comerciais com características arquitetônicas históricas ou não.

O modelo numérico aplicado serviu para análise comparativa do indicador de degradação e a sua influência nos outros mecanismos em estudo.

### **2.1.3. MÉTODO PARA FATOR DE DESEMPENHO (D)**

A visão na qual o desempenho de bens edificados deve ter maior aproximação da variável do estado de conservação do que a variável do tempo de ocupação, já comprovada na análise estatística. Esse foi o ponto de base para a equação proposta nesta tese, de forma inédita, quantificando o desempenho por meio de três fatores: aparência, funcionalidade e segurança.

O estudo para verificação do desempenho no mercado de construção civil exigiu revisão dos procedimentos de mão de obra e dos materiais aplicados. Para avaliar o impacto desses aspectos nas edificações, novos conceitos foram criados, e a terminologia técnica passou por ajustes estabelecido na ABNT NBR 15575-1:2021, que apresenta, inclusive, uma curva teórica do desempenho pelo tempo decorrido.

Nesse ponto, as amostras de edificações postais foram fundamentais. Como trata-se de uma empresa projetizada e processos definidos com especificações para projetos, desde arquitetônicos a instalações, materiais e processos construtivos, controle na qualidade de uso, manutenção e operação, o que possibilitou que muitas variáveis pudessem ser avaliadas.

Com esse conjunto de dados, os imóveis educacionais foram utilizados para testar compatibilidade do modelo e das equações propostas.

Com a análise das fotos e registros das inspeções, tornou-se perceptível que a real condição de uso do empreendimento é superior à vida útil estabelecida dos seus materiais e sistemas, o que pesquisas como as de Rui Calejo (2001) já demonstravam.

Com isso, as amostras fornecidas serviram para compor as curvas, de acordo com a necessidade de desempenho: Mínimo ( $D_M$ ), Intermediário (ID), Superior ( $D_S$ ) e Desempenho Especial ( $D_E$ ).

Ajustando o modelo numérico com o uso de regressão linear e a interação dos valores obtidos comparados as imagens do banco de dados, foi possível aproximar as curvas e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). As equações para cálculo do desempenho a partir do indicador de degradação estão na Tabela 30.

Tabela 30- Equações de Desempenho x Degradação.

Desempenho	Equação	Regressão
$D_M$	$7,392*(ID)^4 - 18,184*(ID)^3 + 15,625*(ID)^2 - 5,7692*(ID) + 1,0000$	$R^2 = 0,986$ (12)
$D_I$	$5,7805*(ID)^4 - 14,470*(ID)^3 + 12,638*(ID)^2 - 4,9095*(ID) + 1,0000$	$R^2 = 0,987$ (13)
$D_S$	$5,734*(ID)^4 - 14,471*(ID)^3 + 12,2*(ID)^2 - 4,4556*(ID) + 1,0000$	$R^2 = 0,997$ (14)
$D_E$	$-2,6868*(ID)^3 + 4,3466*(ID)^2 - 2,6683*(ID) + 1,0000$	$R^2 = 0,982$ (15)

Onde:

DI = Desempenho Intermediário. ID = Indicador de degradação.

Apesar da alta precisão dos fatores indicados nas equações, os valores calculados devem ser representados com duas casas decimais, pois trata-se de base qualitativa na coleta de dados dos indicadores de degradação, característica deste tipo de análise.

A Figura 63 representa a variação da degradação, por meio de indicador de degradação (ID), e o desempenho esperado conforme elemento ou sistema inspecionado.

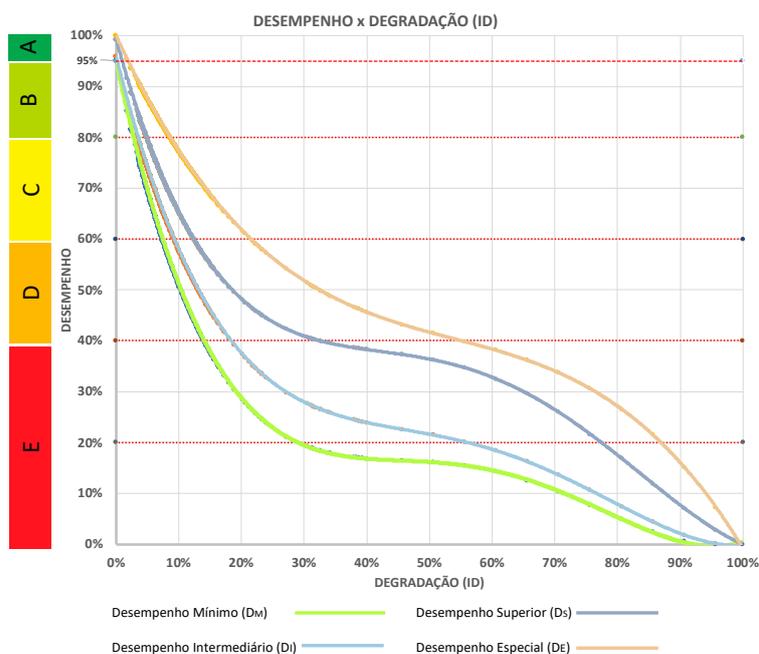


Figura 63 - Gráfico de Desempenho x Índice de Degradação.

Com os dados do ciclo de vida do imóvel, a certificação foi proposta, conforme o padrão de cores já estabelecidos em sistemas, como Selo Procel (1993). A Tabela 31 apresenta exemplos de desempenho que podem ser utilizados na certificação durante a vistoria.

Tabela 31 - Certificação do empreendimento.

Certificação	Desempenho	Exemplos
A	D > 95%	Imóveis novos ou reformas totais abrangendo todos os sistemas. A vida útil de projeto, conforme ABNT NBR 15575, é superior a 95% dos parâmetros referenciais normativos com registros de projeto e execução da obra. Baixo ou nenhum dano visível a olho nu, mesmo em sistemas sensíveis como pintura e cerâmicas de acabamento. Os poucos reparos não alteram o padrão original e não afetam a aparência, funcionalidade ou segurança do empreendimento.
B	80% > D > 95%	Imóveis seminovos ou excelente estado de conservação dos sistemas. Baixo ou nenhum dano visível a olho nu e os sistemas ou elementos construtivos estão em boa aparência, funcionalidade e segurança. No máximo podem ser perceptíveis reparos simples com investimento não superior a 2% do valor total das benfeitorias, sendo a maior parte em sistemas pintura ou revestimentos. Os reparos alteram o padrão original, mas mantêm e não afetam a aparência, funcionalidade ou segurança do empreendimento.
C	60% > D > 80%	Imóveis necessitando de intervenção de empresas especializada. Pequenas falhas nos sistemas de maior uso que podem afetar a funcionalidade de esquadrias, sistema hidrossanitário, pluvial, drenagem ou mesmo elétrico. Danos visível a olho nu nos revestimentos, com relato de falhas nos sistemas supracitados. O investimento em reformas ainda não ultrapassa 20% do valor total das benfeitorias. Os reparos devem ser acompanhados, necessariamente, por empresas ou profissionais especializados e irão interferir no padrão original, recuperando a aparência, funcionalidade e segurança do empreendimento.
D	40% > D > 60%	Imóveis necessitando de intervenção severa por empresas especializadas, principalmente, nos sistemas de pintura, revestimentos, cobertura, esquadrias, sistema hidrossanitário, pluvial, drenagem e mesmo elétrico. Há falhas consolidadas e manifestações patológicas em diversos elementos e sistemas construtivos. O investimento em reformas ainda não ultrapassa 50% do valor total das benfeitorias. Os reparos devem ser acompanhados, necessariamente, por empresas ou profissionais especializados, inclusive, com possível análise de reuso do empreendimento para outra finalidade.
E	D < 40%	A edificação possui danos significativos e o investimento em reformas ultrapassam 50% do valor total das benfeitorias. É necessária análise aprofundada com objetivo de restauro, reabilitação, reuso ou mesmo reciclagem de materiais.

A certificação proposta partiu do consenso de que os primeiros danos afetam a estética e a aparência. A estimativa de valores de reforma proposta serve como referência

inicial, em face de grande variedade de custos da construção civil e insumos, como transporte, disponibilidade de peças para reposição ou mão de obra local.

Para inspeções de empreendimentos, os sentidos do corpo e o histórico profissional do técnico são utilizados intensamente. Ruídos e diferentes odores, que aguçam a percepção durante a vistoria, podem alertar para danos significativos, dependendo da experiência e treinamento do profissional. São indicadores sensoriais de que outros danos podem surgir, gerando falhas funcionais até o limite de afetar a segurança do habitat.

Essa é a importância do treinamento periódico das equipes de inspeção de campo, o que produz uma curva de aprendizagem e a eficiência do dado coletado.

A seleção da equação de desempenho deve ser de acordo com às características do empreendimento e seu propósito de utilização, com isto pode-se abranger tanto ambientes já construídos como novas construções.

#### **2.1.4. MÉTODO PARA FATOR DE OBSOLESCÊNCIA ( $F_{OBS}$ )**

Por se tratar de uma análise empírica, a primeira percepção é de que a obsolescência altera o valor de mercado do empreendimento. Imóveis obsoletos perdem valor mais rápido, exigindo dos gestores decisões dinâmicas para evitar a degradação de sistemas e materiais, que ainda podem ser reaproveitados em situações reuso ou em nova configuração ocupacional. A análise de obsolescência parte do consenso das seguintes hipóteses:

- **Hipótese 01** - Obsolescência é um conjunto dos fatores que afetam os elementos e sistemas construtivos, alterando as condições de funcionalidade, dificultando reparos ou manutenções, o que impacta, diretamente, a exploração econômica do empreendimento ou parte dele. Somente a análise conjunta de todos os fatores pode decretar obsolescência total de um empreendimento;
- **Hipótese 02** - O mecanismo de degradação deve impactar mais do que a obsolescência durante o ciclo de vida do empreendimento. A curva de desempenho deve ser alterada com a presença da obsolescência, mas, enquanto apresentar desempenho, haverá opções para ocupação. Ao final do ciclo de vida os materiais devem ser reciclados, o que permite o valor residual do patrimônio.

Nota importante: As ações da gestão, no caso da hipótese 2, devem ser mais ágeis, pois a falta de peças para reposição pode afetar a aparência, funcionalidade e segurança. Estar obsoleto deve constar em relatório, registrando a possibilidade de reuso e reciclagem de materiais, ou partes destes, para compor valores residuais do investimento;

- **Hipótese 03** - Imóveis com estado de conservação novo, pelo menos, um dos fatores da obsolescência viabilizaria o reuso ou reciclagem, levando a equipe a propor opções como reuso, reabilitação ou restauro;
- **Hipótese 04** - Empreendimentos, ou partes destes que apresentam significância cultural devem ter análises multidisciplinares. Deve-se propor restauro ou, em casos extremos, a remoção das partes significativas para acervo histórico e cultural.

Para demonstrar o modelo numérico com aplicação prática, dois exemplos estão demonstrados no capítulo 3 com inspeções especializadas, o Centro de Ensino Fundamental Metropolitana e o Teatro Nacional de Cláudio Santoro.

Casos extremos também podem ocorrer, como é o caso de revitalizações urbanísticas. Esta pesquisa pode contribuir para mapear o conjunto edificado na região e, também, as ações apresentadas no caso de sismos.

A equação do fator de obsolescência proposta deve ser em função dos fatores que podem ocorrer durante o ciclo de vida. Após diversas interpolações matemáticas, a equação (16) apresentou melhor resultado.

$$F_{obs} = \left( \frac{f_{fn} + f_{pr} + f_{ec}}{3} \right) \quad (16)$$

Onde:

$f_{fn}$  = fator de obsolescência funcional;

$f_{pr}$  = fator de obsolescência tecnológica;  $f_{ec}$  = fator de obsolescência econômica.

No modelo numérico foi adotada a escala na qual o valor  $F_{obs} = 0,00$  indica que está, completamente, obsoleto comprovados o obsoletismo funcional, tecnológico e econômico. O extremo oposto da escala ( $F_{obs} = 1,00$ ) ocorre, quando o empreendimento não está sendo afetado por nenhum dos fatores de obsolescência.

Obsolescência em imóveis históricos, ou que possuam registro para patrimônio cultural, não são considerados como obsoletos. A depreciação será diferenciada, como será demonstrado oportunamente no item 2.1.6

O inspetor deve registrar se verificou a possibilidade de reciclagem de materiais ou reuso de partes dos sistemas construídos.

Como já descrito, o método de certificação e avaliação visa à preservação do patrimônio edificado e à sustentabilidade na indústria da construção, como pode ser visto no fluxograma da Figura 64.

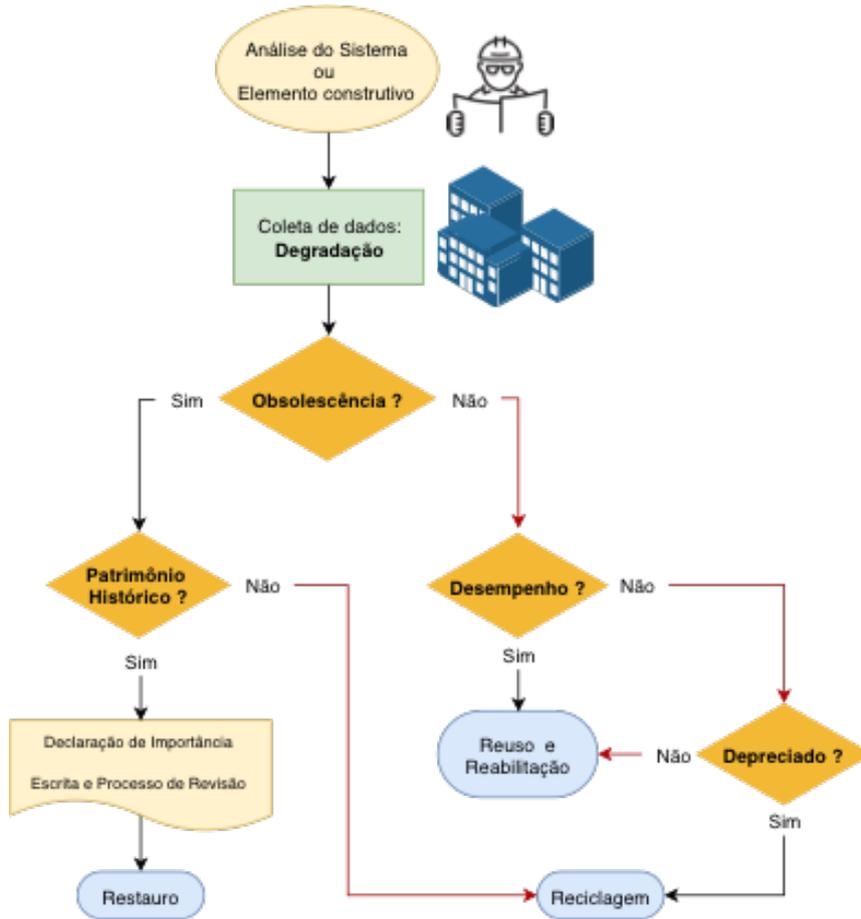


Figura 64 - Fluxograma de decisões ao gestor.

Para auxiliar na decisão a ser adotada, uma escala, com a qualificação de  $F_{obs}$ , foi proposta na Tabela 32.

Tabela 32 - Gestão da Obsolescência.

$F_{obs}$	Gestão da Obsolescência
0,00	Obsoleto, encaminhar as partes para reciclagem ou reuso
$0,00 < F_{obs} \leq 0,50$	Acompanhar o resto do desempenho
$0,50 < F_{obs} \leq 1,00$	Verificar custos para substituição de partes
1,00	Não há fatores que indiquem obsolescência

**Nota:**  $I_{sc} > 0$ , ou seja, tem alguma função ou sistema que configura patrimônio cultural. Por conceito, base desta pesquisa, deve ser recuperado. Aconselha-se a chamar uma equipe multidisciplinar para tomada de decisões quanto ao item ou sistema em voga.

Com os valores do indicador de degradação (ID), o desempenho (D) e o fator de obsolescência ( $F_{OBS}$ ) quantificados, amplia-se a visão investidor para reformas, restauros ou mesmo reuso do imóvel. Com os valores obtidos é possível definir claramente o limite entre obsoleto e o patrimônio cultural.

Esse é um grande problema que pode ser visto em cidades nas quais as áreas comerciais ocuparam o espaço de residências e modificaram as características do bairro.

#### **2.1.5. MÉTODO PARA ÍNDICE DE SIGNIFICÂNCIA CULTURAL ( $I_{SC}$ )**

O passo seguinte do método de certificação e avaliação será avaliar se o imóvel possui características de Patrimônio Cultural ou não, através do indicador de significância cultural ( $I_{SC}$ ). Separando os elementos e sistemas que representam estas características, citando os autores e motivação do reconhecimento da importância histórica e/ou artística a ser preservada e colocar as decisões de restauro ou preservação para o exame de uma junta de técnicos multidisciplinares.

A decisão visa a eficiência da intervenção de reforma ou manutenção, preservando os bens históricos e artísticos. Estes sistemas e elementos construtivos de cunho especiais devem ser recuperados, independentemente de ter ou não desempenho e depreciação, por isto não há de se quantificar estas duas ocorrências. Ainda quanto ao Patrimônio Cultural, se os indicadores de degradação demonstrarem valores elevados a ponto de inviabilizar o restauro, sugere-se remover os itens mais representativos como afrescos, revestimentos, esquadrias e outros elementos construtivos. Somente após esta etapa, o restante dos materiais deve ser triado para demolição ou reciclagem.

Com o indicador de significância cultural ( $I_{SC}$ ) quantificado, deve-se estudar o impacto deste conjunto de equações no mercado imobiliário.

#### **2.1.6. MÉTODO PARA DEPRECIAÇÃO GLOBAL VIA MÉTODO ROSS-PP ( $K_G$ )**

O procedimento mais comum no cálculo da depreciação é aplicar, diretamente, o método de Ross-Heidecke, sendo o inspetor responsável pela qualificação do estado de conservação.

O conflito deste método ocorre em dois pontos: a definição dos anos de utilização ( $n_i$ ) e análise da vida útil ( $x_i$ ). Apesar de demonstrada a confiabilidade do método de Ross-Heidecke em Oliveira (2018) e em outras pesquisas, a rastreabilidade é restrita,

favorecendo questionamentos futuros ou conclusões equivocadas como a demolição de imóveis por causa da vida útil.

O método de certificação e avaliação desta tese, além de segmentar em mais mecanismos, que afetam o ciclo de vida, permite que seja analisado e justificado passo a passo todo o conjunto de decisões para o valor da depreciação global.

Como já demonstrado, se possuir estabilidade, função e aparência, quanto isso pode realmente afetar o valor final? Será que a forma de pensar somente em vida útil na utilização do método de Ross-Heidecke está, realmente, correta? Se está correta, um imóvel, como demonstrado na Figura 65, estaria, totalmente, depreciado a anos e com todo o acervo histórico demolido por conta da depreciação.



Figura 65 - Imóvel com vida útil avançada, mas que ainda está no mercado imobiliário

Fonte: Imobiliária Green-Acres. Acesso em 22/04/2021.

Dado o exposto, a proposta é rever a equação de Ross-Heidecke, alterando as variáveis, e possibilitando clareza na análise da depreciação. A equação proposta deve possuir os seguintes limites:

- 1) Se possui desempenho, deve haver valor e a depreciação não pode ser zero;
- 2) A proporção tempo decorrido por vida útil ( $n_i/x_i$ ) passaria a ser representada pela variável desempenho (D). Como já demonstrado, há sempre opção de reuso ou remoção de partes para restauros e reciclagem;
- 3) O desempenho varia de acordo com a degradação e não mais pela proporção da vida útil decorrida, quer seja estimada ou de projeto. Sistemas e elementos construtivos bem mantidos possuem desempenho, portanto, deve possuir algum valor no cálculo da depreciação;

- 4) A desocupação do imóvel ocorre por mecanismos que afetem o desempenho, não a obsolescência;
- 5) A obsolescência é um mecanismo que altera o processo de manutenção, conseqüentemente, o valor do imóvel. Itens longevos, como o caso de geradores de energia, sistemas estruturais podem continuar funcionando por décadas, sem perder sua funcionalidade;

Essas são percepções recorrentes, durante a inspeção de imóveis, nas quais elementos construtivos com vida útil estimada em 30 anos, e, mesmo em caso de imóveis com uma centena de anos de uso, ainda possuem desempenho, como pode ser visto na Figura 66.

A última variável é o cálculo da depreciação com a substituição das variáveis vida útil estimada e idade do imóvel.

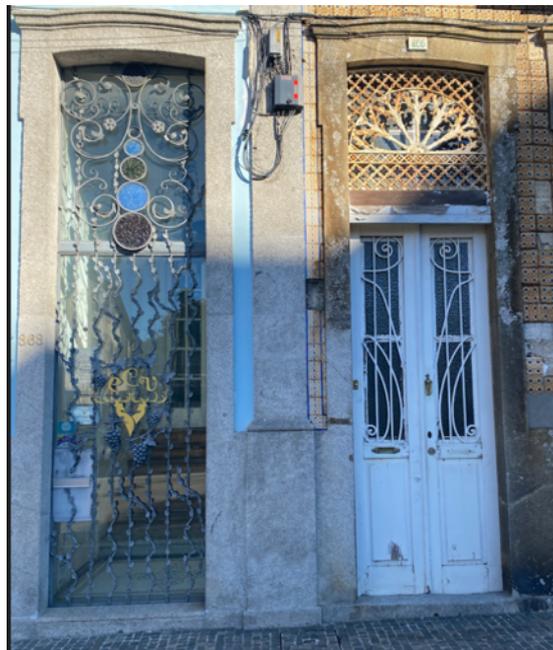


Figura 66 - Esquadrias antigas - bom desempenho.

A equação (17), denominada Ross-PP, é esta sendo proposta para calcular o coeficiente de depreciação de imóveis, até de patrimônios culturais, registrando os efeitos dos mecanismos decorrentes da degradação, desempenho, obsolescência e significância cultural.

$$k_i = (1 - D * F_{obs})^{(2-I_{sc})} \quad (17)$$

Onde:

$k_i$  - coeficiente de depreciação do sistema;

$D$  - Desempenho do sistema;

$I_{sc}$  - Significância cultural;

$F_{obs}$  - Fator de obsolescência do sistema.

A equação Ross-PP foi testada seis situações extremas para atender as hipóteses propostas. De forma consolidada Tabela 33 apresenta o valor do coeficiente de depreciação ( $ki$ ) :

Tabela 33 - Hipóteses propostas para cálculo da depreciação via Ross-PP.

Situação	Depreciação Via ROSS-PP	D	Fobs	Is	ROSS-PP	Observação:
i	Novo/Sem Obsolescencia/Não Patrimônio	1	1	0	0	
ii	Novo/Obsoleto/Não Patrimônio	1	0	0	1	Deve-se analisar o Reuso.
iii	Novo/Sem Obsolescencia/Patrimônio	1	1	1	0	
iv	Sem Desempenho/Obsoleto/Não Patrimônio	0	0	0	1	Acabou o Desempenho e está obsoleto
v	Sem Desempenho/Obsoleto/Patrimônio	0	0	1	1	Mesmo sendo patrimônio está todo degradado
vi	Sem Desempenho/Sem Obsolescencia/Patrimônio	0	1	1	1	

Além de demonstrar o processo de análise da depreciação, mecanismos como a obsolescência e a importância cultural passam a representar variáveis importantes nas equações propostas. Por isso, cabe complementar de forma gráfica, como será visto a seguir.

#### 2.1.6.1. INFLUÊNCIA DA OBSOLESCÊNCIA E DO ÍNDICE DE SIGNIFICÂNCIA CULTURAL NO COEFICIENTE DE DEPRECIAÇÃO

Os imóveis sem obsolescência possuem peças de reposição e possibilidade de manutenção para preservá-lo, quando isto ocorre deve-se preservar a curva quadrática original proposta pelo método de Ross. Ao perceber o efeito da obsolescência, a curvatura modifica-se, aumentando o efeito de depreciação sobre o mesmo bem.

No caso de imóveis com significância cultural, o processo de análise e preservação é mais complexa, o que exige rigorosa atenção dos gestores, desde o tratamento com materiais, os processos corretivos, até a alta qualificação das equipes e fornecedores. Isso indica que a depreciação desses imóveis deve ser a maior, quando comparamos com perda de desempenho. Neste caso, a função proposta em Ross-PP é que a depreciação passe a ser linear, indicando a urgência na tomada de decisões.

Apresentamos na Figura 67 a análise comparativa entre a depreciação de um imóvel novo, sem significância cultural, mas em duas situações distintas: Sem obsolescência (i) e completamente obsoleto (i). Apesar de uma visão extrema, o imóvel deverá ser encaminhado para reuso, pois há possibilidades de utilizar com destinação diferente. Ocorre quando por exemplo, imóveis residenciais em áreas onde o comércio e o trânsito não possibilitam mais condições de moradia.

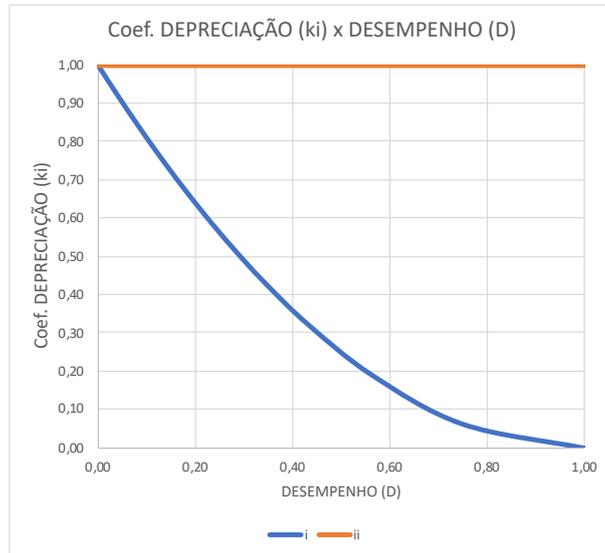


Figura 67 – Influência da Obsolescência na curva de Depreciação x Desempenho.

Percebe-se que mesmo com partes obsoletas, mas, tendo desempenho com aparência, funcionalidade e segurança comprovadas, ainda há valores que justifiquem a depreciação parcial mantendo o imóvel no mercado imobiliário. Como proposto nesta tese, a obsolescência depende das características funcionais, tecnológicas e econômicas.

Comparando um imóvel novo com todas as funcionalidades a empreendimentos com significância cultural podemos perceber três situações distintas: Novo/Sem Obsolescência/Não Patrimônio (i); Novo/Sem Obsolescência/Patrimônio (iii); Sem Desempenho/Obsoleto/Patrimônio (v) e Sem Desempenho/Sem Obsolescência/Patrimônio (vi). A forma gráfica destas situações pode ser vista na Figura 68.

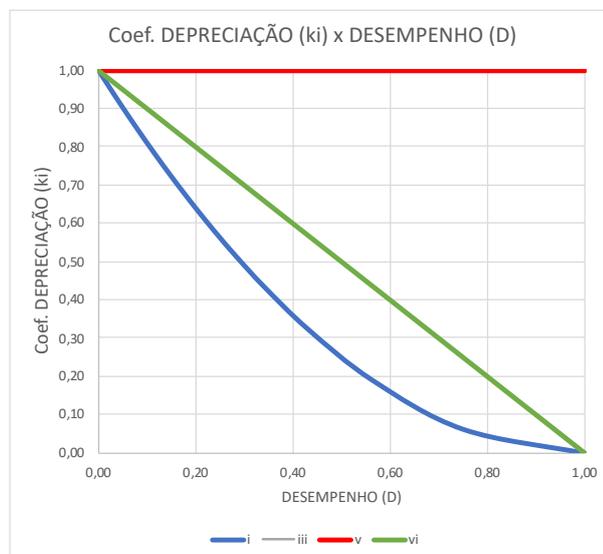


Figura 68 – Influência da Significância cultural na curva de Depreciação x Desempenho.

Pode-se perceber que empreendimentos com acervo patrimonial reconhecidos depreciam de forma linear, indicando a perda de valor de forma mais acentuada que

imóveis convencionais. Isso consegue justificar por que devem ser aplicados mais recursos e exigir mais atenção do gestor, como vemos na prática. Por isto há a sobreposição entre as curvas (iii) e a curva (vi).

O cálculo do valor total depreciado ( $V_{TD}$ ) em imóveis com alguma significância cultural, mas descaracterizados ou com pouco acervo, pode ser obtido pela equação (18).

$$V_{TD} = V_{rt} * k_i \quad (18)$$

Onde:

$V_{rt}$  – Valor da restauração (R\$/m<sup>2</sup>);  $k_i$  - coeficiente de depreciação do sistema.

O valor da construção restauração ( $V_{rt}$ ) é fornecido composto por análises multidisciplinares por especialistas em restauro e preservação do patrimônio cultural e indicado em R\$/m<sup>2</sup>.

Neste trabalho, não será apresentado os valores comerciais da construção ou do patrimônio cultural. Há normas e autores específicos para tratar desses indicadores, como ABNT NBR 14653-7:2009 e Radegaz (2019), entre outros.

É importante atentar para os limites do conjunto de equações propostas, porque será o ponto de apoio na tomada de decisão dos gestores. A Tabela 34 apresenta os limites extremos das equações propostas, juntamente, com a interpretação do valor calculado.

Tabela 34 - Limite dos coeficientes - Matriz de decisões.

AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE DEPRECIAÇÃO VIA ROSS - PP	<i>limites da Degradação (ID)</i> [ 1,00=Sem degradação visível 0,00=Completamente degradado	CERTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO
	<i>limites do Desempenho (D)</i> [ 1,00=Máximo Desempenho 0,00=Não há aparência, funcionalidade e segurança	
	<i>limites da Obsolescência (F<sub>obs</sub>)</i> [ 1,00=Sem obsolescência 0,00=Completamente obsoleto	GESTÃO DO EMPREENDIMENTO
	<i>limites da Significância Cultural (I<sub>sc</sub>)</i> [ 1,00=Maxima Significância cultural 0,00=Sem Significância cultural	
	<i>limites do coeficiente de Depreciação (k<sub>i</sub>)</i> [ 1,00= Sem valor no mercado 0,00= Máximo valor do mercado	

Nesta tese será aplicado o conjunto completo de equações a três amostras, demonstrando os modelos matemáticos e análises até a obtenção do coeficiente de depreciação. Em seguida, outros três empreendimentos com certificação serão apresentados, de acordo com a método da certificação e desempenho. A Figura 69 apresenta a fluxo para comparação dos dois métodos.

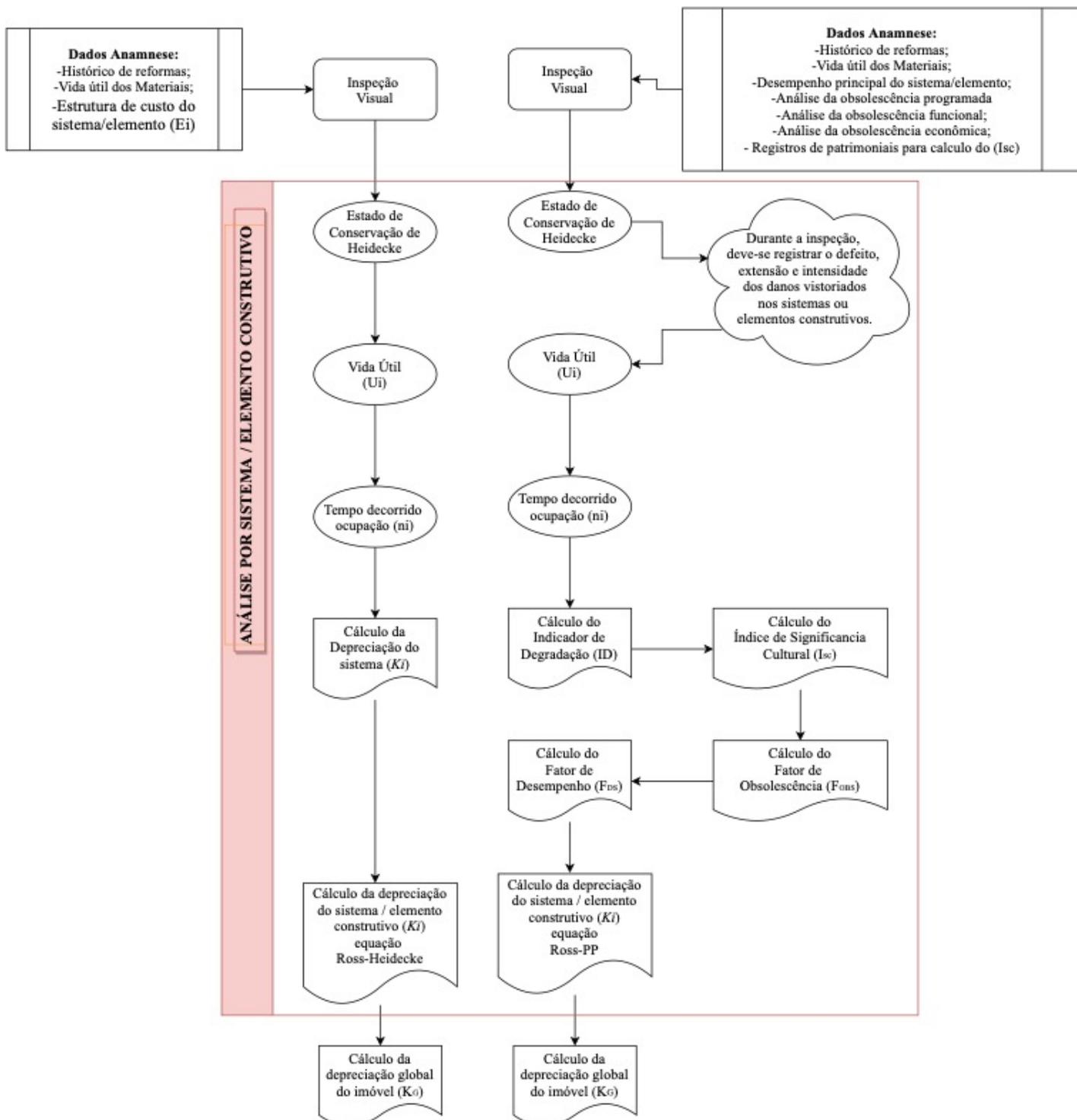


Figura 69 - Metodologia Ross-Heidecke x Ross-PP.

A proposta do método de certificação e avaliação apresentado propõe a utilização do indicador de degradação, os fatores de desempenho e obsolescência, como critérios de quantificação da depreciação global ( $K_G$ ) do imóvel. Essa é a última dúvida importante da pesquisa. Se tem desempenho e não é obsoleto, por que descartar o patrimônio?

### 3. APLICAÇÃO AOS MODELOS AMOSTRAIS

Neste capítulo são demonstrados os modelos numéricos de aplicação do método para avaliação e certificação. Todos os modelos partem da análise qualitativa e apresentam de forma quantitativa mecanismos referentes à degradação, ao desempenho, à obsolescência e, finalmente, à depreciação.

A avaliação de imóveis para compra e venda, aplicando a visão sustentável do ambiente construído, é um desafio que requer o desenvolvimento de novas habilidades e conhecimentos por parte dos profissionais envolvidos. É importante que arquitetos e engenheiros trabalhem juntos para encontrar soluções e limitar o avanço das cidades em favor de áreas pré-existentes e que ainda podem ser revisitadas.

#### 3.1. IMÓVEIS AMOSTRAIS

Para demonstrar a grande capacidade de análise do método de certificação e avaliação proposto nesta tese, três imóveis amostrais com peculiaridades díspares foram selecionados. Para um imóvel hipotético, denominado “amostra teste”, equações foram sugeridas, possibilitando apresentar a parte algébrica do método. Os outros dois imóveis são reais, uma escola com referências de patrimônio histórico e um imóvel comercial com atividade postal.

Para a inserção de dados nas equações sugeridas, cada amostra teve sua tipologia registrada, conforme *Bureau of Internal Revenue*, o que permitiu a equiparação da estrutura de custo (Ei), fundamental na análise da depreciação global do imóvel.

Em cada uma das amostras estarão registradas as seguintes informações: ano da construção, número de pavimentos, grupo de elementos ou sistemas construtivos inspecionados, com respectivas informações da data reformas anteriores, vida útil de projeto, conforme [EC 1999], estado de conservação de Heidecke (C), a existência ou não de fatores patrimoniais. A Tabela 35 apresenta os padrões utilizados nas siglas para elementos, adaptados da GADH.

Tabela 35 - Siglas utilizadas durante a vistoria. Fonte: Adaptado da GADH

SO	Os itens com classificação de condição "SO" (SEM OBSERVAÇÃO) devem ser mencionados na descrição geral pelo operador. Nestes casos, <i>a ausência não afeta o funcionamento do edifício</i> . Pode ser compreendido com a correlação de benfeitorias úteis artigo 96 do Código Civil Brasileiro.
----	---

-

Tabela 35 (cont.)

OB	No caso de um elemento ausente, <i>cujá inexistência impacte no uso do imóvel e sua criação seja comprovada</i> , será anotada a sigla "OB" (obrigatório) no campo para a pontuação da condição. Será atribuída ao elemento uma classificação de status no valor 3. Pode ser compreendido com a correlação de benfeitorias necessárias no artigo 96 do Código Civil Brasileiro.
NV	"NV" (não vistoriado) não cancela o valor de referência do elemento na fórmula de DM ou DG, mas penaliza a avaliação do documento. Em caso de repetição (mais de 3 elementos "NV"), a sigla tem a consequência de tornar a grade inadmissível.

Apesar de informações coletadas durante a inspeção possuírem correlação direta com os imóveis, esta pesquisa visa somente validar as equações propostas, sem cunho de devassar a privacidade dos locais e ou proprietários.

### 3.1.1. AMOSTRA 01 - IMÓVEL TESTE

Trata-se de uma edificação hipotética utilizada, exclusivamente, para apresentar a metodologia e tratamento dos dados com aplicação das fórmulas propostas. A amostra teste é um edifício sem sinais de obsolescência, com escritórios e 5 níveis de pisos internos, construído em 1960, do qual foi selecionado o agrupamento de sistemas e elementos específicos, como: sistema estrutural, subdividido em elementos de vigas e pilares; sistema de vedações verticais internas e externas (SVVIE), composto pelos elementos de impermeabilização, vedação e esquadrias internas; sistemas de redes com o grupo que contém a parte hidrossanitárias (IHD), elétrica (IEL) e ar condicionado (ARC). O último grupo, denominado “outros”, contém os elementos de acessibilidade e paisagismo. A princípio, o valor patrimonial e o cálculo do fator de depreciação global ( $K_G$ ) serão discutidos, comparando o método de Ross Heidecke e o método de certificação e avaliação proposto nesta tese.

Com as características propostas, a equação para nível de desempenho intermediário ( $D_I$ ) será aplicada e apresentada oportunamente.

Ciente de que desempenho é um conjunto de fatores que passam por segurança, funcionalidade e aparência, o vistoriador deverá demandar algum tempo na análise de documentos e do histórico, pois o nível de desempenho deve ser justificado para que questionamentos futuros possam ser esclarecidos. A variável estrutura de custo ( $E_i$ ), necessária para análise da depreciação global, foi baseada nos estudos de Oliveira (2016). Com isso, tem-se os dados consolidados na Tabela 36 .

Tabela 36 - Dados propostos na inspeção amostra teste.

Tipologia		EDIF ESCRITÓRIOS		Ano de Construção		21/04/60							
N. Pav.		5		Data da Inspeção		27/08/21							
Local		TESTE		Vistoriado		Autores							
ITEM	COD	LOCAL	Reforma	Heidecke (C)	GUTc			NEM 2767			Registros da documentação		
					G	U	T	Def	Int	Ext	Vup	Pat. Cultural	Ei
<b>1.0</b>	<b>ESTRUTURA</b>												
1.01	VIG	Vigas		C	B	T	M	Leve	Alta	30,00%	Curta		12,25%
1.02	PIL	Pilares		D	A	N	B	Grave	Baixa	10,00%	Normal		22,75%
<b>2.0</b>	<b>SVVIE</b>												
2.01	IMP	Impermeabilização	2011	I	T	T	M	Crítico	Alta	30,00%	Média		8,80%
2.02	VED	Vedação		E	A	M	B	Grave	Média	10,00%	Longa		5,50%
2.03	ESQ	Esquadrias		D	A	N	B	Grave	Baixa	20,00%	Curta	sim	7,00%
<b>3.0</b>	<b>REDES</b>												
3.01	IHD	Inst. Hidrossanitário		I	T	T	A	Crítico	Alta	80,00%	Normal		7,50%
3.02	IEL	Inst. Elétrica		C	B	T	B	Leve	Alta	14,00%	Normal		10,50%
3.03	ARC	Ar Condicionado		OB							Curta		12,00%
<b>4.0</b>	<b>OUTROS</b>												
4.01	ACE	Acessibilidade		SO							Média		3,90%
4.02	PAI	Paisagismo		I	T	T	M	Crítico	Alta	30,00%	Curta	sim	9,10%

Verifica-se que a impermeabilização foi restabelecida no ano 2011, com a substituição total do sistema. Para demonstração numérica do modelo da grade de avaliação da degradação do habitat (GADH), quatro itens foram diferenciados. No sistema de ar-condicionado, o estado de conservação de Heidecke foi caracterizado como “OB”, ou seja, obrigatório, conforme orientações da Anah. No mercado imobiliário brasileiro, pode-se sugerir o equivalente a obras necessárias. Isso representa que o item que não está presente, mas é importante para esse tipo de edificação.

A acessibilidade, também no estado de conservação de Heidecke, recebeu a anotação “SO” (sem observação), onde o item também não existe e não impacta na análise do imóvel, equivalente a obras úteis.

Por fim, propõe-se que as esquadrias internas e o paisagismo estivessem com cadastradas como de patrimônio cultural.

### 3.1.2. AMOSTRA 02 - IMÓVEL EDUCACIONAL

O projeto financiado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), denominado “Desenvolvimento Regional, Governo e Pós-Pandemia”, teve como objeto de pesquisa o levantamento da degradação das escolas públicas do Distrito Federal. A base do estudo foi a análise dos fatores que geram as manifestações patológicas

encontradas. No cadastro de escolas há 700 unidades, como demonstra a Figura 70, mas nem todas puderam ser vistoriadas, por restrição sanitárias ocasionadas pela pandemia ocorrida entre os anos de 2020 a 2022.

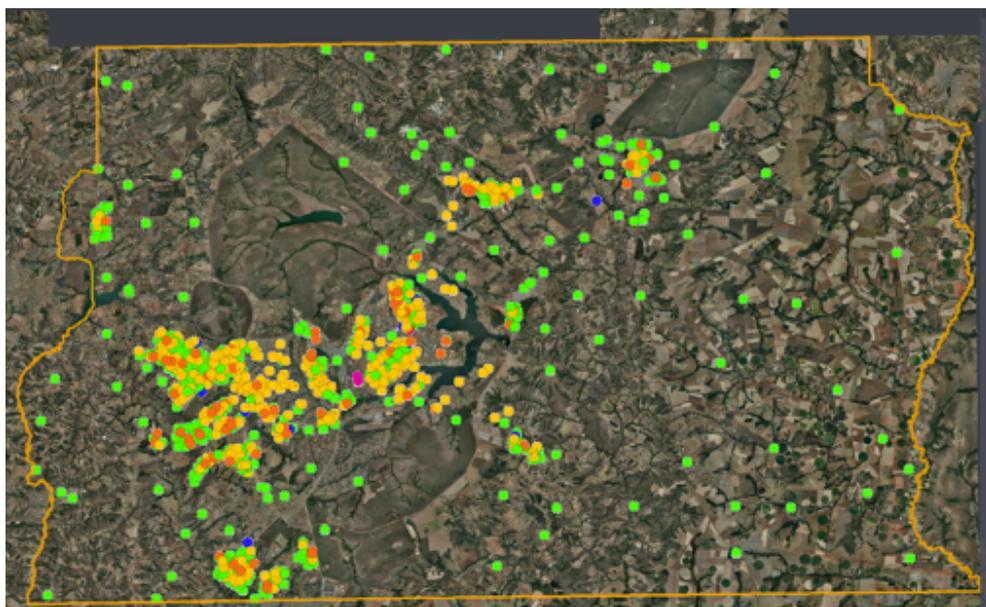


Figura 70- Escolas públicas cadastradas Distrito Federal. Fonte: <https://www.geoportal.seduh.df.gov.br>

No grupo de escolas selecionadas e autorizadas para vistoria está o Centro de Ensino Fundamental Metropolitana, inaugurado em 1959, com uma construção feita de madeira, prevista para atender, inicialmente, 162 alunos de ensino fundamental. Característica daquela época, ainda há paredes de madeira nos módulos originais, que acumulam as funções estrutura e vedação. A escola foi construída com lambri e ripas de madeira, parte doada por construtoras que prestavam serviços na região como pode ser visto o detalhe da Figura 71.



Figura 71- Módulo Histórico, estrutura de madeira - Imóvel educacional.

A escola teve seu reconhecimento histórico aprovado no tombamento de 1995, como parte de um conjunto urbanístico, composto da praça e um campo de futebol vistos na Figura 72.



Figura 72- Amostra 2 - Escola de Ensino Fundamental Metropolitana - imóvel educacional.

Atualmente, o estabelecimento de ensino atende 640 alunos em 8 módulos de edificações, todos com um pavimento de altura. São 13 salas de aulas e um laboratório de informática, que está desativado. Somente os módulos A e B ainda possuem referências originais de 1959.

Os demais módulos foram edificados em concreto armado convencional, incorporados para atender ao crescimento da região e à demanda dos centros de ensino na região, interrompendo a continuidade das características históricas do complexo tombado, conforme croqui apresentado na Figura 73. A última cobertura edificada é a estrutura metálica que faz o cobrimento da quadra de esportes, construída entre 2017 e 2018.



- Legenda dos Módulos:
- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| A – Salas de aula                             | E – Salas de aula                |
| B - Cozinha/banheiro / salas de aula para PNE | F – Salas de aula                |
| C – Diretoria / cantina / banheiros           | G – Salas de aula                |
| D – Administração                             | H – Quadra poliesportiva coberta |

Figura 73- Croqui módulos. - Imóvel educacional.

Para avaliação do fator patrimonial, foi discutido entre os pesquisadores da área o valor de significância para o uso econômico, histórico, artístico, cultural, antiguidade e simbólico foram analisadas afim de comporem o Isc.

Como parte do edifício é uma parte do elemento tombado, e a própria escola já foi ampliada alterando o contexto de originalidade, nesta pesquisa serão utilizadas apenas as duas edificações iniciais em madeira.

O sistema de vedação e estrutural possui danos significativos, como mostra a Figura 75, com perda de seção e riscos a sua estabilidade. O local do rodapé dessas áreas já está com seção danificada por causa da umidade.



Figura 74- Sistema de vedação - módulo histórico - Imóvel educacional.

Grande parte dos danos vistoriados são decorrentes da baixa vida útil da madeira utilizada e doadas para reuso. Além dessa baixa vida útil, a tentativa de preservação do material nem sempre foi bem-sucedida, justificando a presença de perfurações ou rachaduras.

Para a demonstração do método e a sua alta capacidade de aplicabilidade, houve, no caso da escola, a segmentação da edificação em áreas e ou sistemas. A área da cobertura foi agrupada não só telhas e estrutura de suporte, mas também sistema de proteção à descarga atmosférica, o SPDA, presentes naquele local. Todas as informações cadastrais, sistemas vistoriados, indicadores de patrimônio cultural, estrutura de custo (Ei) e dados do estado de conservação para análise do indicador de degradação estão agrupados na Tabela 37, com a visão global do edifício.

Tabela 37 - Dados coletados na inspeção - imóvel educacional.

Tipo		Casa de Alvenaria	Ano de Construção		20/04/59									
N Pav		1	Data da Inspeção		27/08/21									
Local		Metropolitana	Vistoriado		Autores									
ITEM	COD	LOCAL	Reforma	Heidecke (C)	GUTc			NEM 2767			Documentação			
					G	U	T	Def	Int	Ext	Vup	Pat. Cultural	Ei	
<b>1.0</b>	<b>COBERTURA</b>													
1.01	EST	Estrutura de Suporte		D	A	N	N	Grave	Baixa	8,00%	Longa			1,35%
1.02	CAL	Calhas / Rufos		D	A	N	N	Grave	Baixa	2,00%	Média			0,45%
1.03	TEL	Telhas		D	A	N	N	Grave	Baixa	8,00%	Normal			1,80%
1.04	SPD	SPDA		I	T	T	A	Crítico	Alta	80,00%	Curta			0,27%
1.05	RES	Reservatórios		I	T	T	T	Crítico	Alta	100,00%	Normal			3,60%
1.06	JUN	Juntas de Dilatação		E	A	M	N	Grave	Média	3,00%	Curta			0,36%
1.07	IMP	Impermeabilização		D	A	N	M	Grave	Baixa	30,00%	Média			1,17%
<b>2.0</b>	<b>SVVIE</b>													
2.01	PIN	Pintura	21	A	B	N	M	Leve	Baixa	30,00%	Curta			5,85%
2.02	ALV	Alvenaria/Divisórias		I	T	T	B	Crítico	Alta	10,00%	Normal	sim		6,24%
2.03	ESQ	Esquadrias		F	A	T	B	Grave	Alta	20,00%	Média	sim		7,80%
2.04	REV	Revest. Cerâmicos		B	B	M	N	Leve	Média	2,00%	Média			9,75%
2.05	SIN	Sinalização e Corrimãos		B	B	M	N	Leve	Média	2,00%	Curta			1,56%
2.06	ALV	Alvenaria de base		E	A	M	A	Grave	Média	70,00%	Longa			3,12%
2.07	FOR	Forro		G	T	N	N	Crítico	Baixa	5,00%	Média			4,68%
<b>3.00</b>	<b>HIDR.</b>													
3.01	COM	Combate a Incêndio		I	T	T	A	Crítico	Alta	80,00%	Normal			1,54%
3.02	ACA	Acabamentos		B	B	M	B	Leve	Média	14,00%	Média			1,96%
3.03	TUB	Tubulações		B	B	M	A	Leve	Média	90,00%	Média			0,70%
3.04	CI	CI - Esgoto / Pluvial		H	T	M	T	Crítico	Média	100,00%	Média			1,75%
3.05	CG-	CG-Sabão / Esgoto		I	T	T	T	Crítico	Alta	100,00%	Média			1,05%
<b>4.00</b>	<b>ELÉTRICO</b>													
4.01	QGBT	Quadro de Entrada	21	A	B	N	M	Leve	Baixa	30,00%	Média			2,64%
4.02	QD	Quadros de Distribuição	21	A	B	N	M	Leve	Baixa	30,00%	Média			2,16%
4.03	CIR	Circuitos / acabamentos		B	B	M	B	Leve	Média	20,00%	Média			1,84%
4.04	ATE	Aterramento		I	T	T	T	Crítico	Alta	100,00%	Curta			1,36%
<b>5.00</b>	<b>PISO</b>													
5.01	ADESC	Interno - área descoberta		C	B	T	M	Leve	Alta	30,00%	Média			2,80%
5.02	ACOB	Interno - área coberta		C	B	T	M	Leve	Alta	50,00%	Média			2,50%
5.03	CAL	Calçamentos externo		C	B	T	M	Leve	Alta	60,00%	Normal			1,90%
5.04	CON	Contrapiso		C	B	T	B	Leve	Alta	16,00%	Média			1,20%
5.05	RAM	Rampas		B	B	M	N	Leve	Média	8,00%	Longa			1,60%
<b>6.00</b>	<b>ESTRUTURA</b>													
6.01	LAJ	Lajes		SO										7,50%
6.02	VIG	Vigas		B	B	M	B	Leve	Média	20,00%	Longa			5,00%
6.03	PIL	Pilares		B	B	M	B	Leve	Média	20,00%	Longa			12,50%
<b>7.00</b>	<b>PAISAGISMO</b>													
7.01	JAR	Jardins		D	A	N	M	Grave	Baixa	60,00%	Curta			1,40%
7.02	PAR	Parques / Brinquedos		D	A	N	A	Grave	Baixa	70,00%	Curta			0,60%

No sistema de vedação vertical, no qual foi utilizado forro de madeira, e na estrutura do telhado, demonstrados na Figura 75, apontando a infestação de agentes biológicos, como fungos e cupins, já em situação metastática, afetando a segurança dos usuários.



Figura 75- Forro original do módulo histórico - Imóvel educacional.

De forma geral a área registrada com significância cultural possui um grande número de manifestações patológicas e em alguns pontos, já apresenta riscos para os usuários.

### **3.1.3. AMOSTRA 03 - IMÓVEL COMERCIAL**

Edificação destinada ao comércio de produtos postais com área edificada de 190 m<sup>2</sup>. Construído em 1960, o pavimento único tem acesso por rampas e escadas com médio fluxo de trânsito. Com projeto modelo para a nova capital e características construtivas padronizadas, o edifício foi replicado mais de uma vez com a mesma arquitetura, leiaute interno e padrões de acabamento. A fachada pode ser vista na Figura 76.



Figura 76 - Amostra 1 - Fachada e sala administrativa - imóvel comercial.

Ao longo dos anos, o imóvel passou apenas por reparos pontuais, como pode ser visto na Figura 77, com o restabelecimento parcial da vida útil dos sistemas e, por este motivo, não foi considerado como estado de conservação novo. Para aplicação da estrutura de custos, adotou-se a nomenclatura de “casa de alvenaria”.



Figura 77 - Área interna e banheiro - imóvel comercial.

Por tratar-se de um imóvel com regularidade e gestão da manutenção controlada, não apresenta danos críticos e nem oferece risco de ocupação. A perda de desempenho é agravada em itens, como piso, esquadria, pintura, cobertura e instalação hidráulica, que apresentam desgastes por uso, normais para um empreendimento com 55 anos de uso intenso, conforme Figura 78.



Figura 78 - Desgastes de sistemas decorrentes do uso - imóvel comercial.

Apesar do funcionamento dos sistemas, a aparência dos revestimentos está com desgaste de abrasão devido ao trânsito intenso de clientes e de cargas. Áreas como o refeitório, mantêm-se preservados, inclusive, o mobiliário com mais de 40 anos de uso, como se observa na Figura 79.



Figura 79 – Área de refeições - imóvel comercial.

No caso deste imóvel comercial, a Tabela 38 apresenta a inspeção de onze sistemas construtivos, com as informações do ano de construção, data reformas

anteriores, estado de conservação de Heidecke (C), existência ou não de fator patrimoniais, sistemas que possam ter obsolescência e a estrutura de custo, conforme os itens analisados.

Tabela 38 - Dados coletados na inspeção do imóvel comercial.

Tipologia		Casa de Alvenaria	Ano de Construção		20/03/69								
N Pav		1	Data da Inspeção		27/08/21								
Local		COMERCIAL	Vistoriado		Autores								
ITEM	COD	LOCAL	Reforma	Heidecke (C)	GUTc			NEM 2767			Registros da documentação		
					G	U	T	Def	Int	Ext	Vup	Pat. Cultural	EI
1.01	EST	Estrutura		B	B	M	N	Leve	Média	8,00%	Longa		25,00%
1.02	ALV	Alvenaria		C	B	T	N	Leve	Alta	2,00%	Normal		7,00%
1.03	REV	Revestimento		C	B	T	N	Leve	Alta	8,00%	Curta		12,00%
1.04	PIN	Pintura		D	A	N	A	Grave	Baixa	80,00%	Curta		8,00%
1.05	PIS	Piso		D	T	N	T	Grave	Baixa	100,00%	Normal		10,00%
1.06	COB	Cobertura		D	A	N	N	Grave	Baixa	3,00%	Normal		9,00%
1.07	FOR	Forro		E	A	M	A	Grave	Média	80,00%	Curta		8,00%
1.08	ESQ	Esquadrias		C	B	T	T	Leve	Alta	100,00%	Normal		4,00%
1.09	HID	Hidrossanitário		F	T	T	T	Grave	Alta	100,00%	Normal		7,00%
1.10	ELE	Eletrico		B	B	M	A	Leve	Média	80,00%	Normal		8,00%
1.11	AR	Ar Cond		D	T	N	T	Grave	Baixa	100,00%	Normal		2,00%

Durante a inspeção, o sistema de ar condicionado foi caracterizado como passível de obsolescência econômica, tecnológica e funcional, pois o equipamento é antigo, pouco eficiente e com alto consumo energético. Essas informações são muito relevantes para o cálculo do fator de obsolescência.

Com os dados da inspeção visual apresentados para amostra de teste, as edificações escolar e a comercial, pode-se iniciar a aplicação do método de avaliação e certificação. O método inicia na análise da degradação que, nesta pesquisa, será realizada de três formas diferentes: a NEN 2767 parametrizada, GADH adaptada e a GUT<sub>C</sub>.

### 3.2. ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO

A base de informações preenchida durante a vistoria do imóvel alimenta-se o modelo multiparâmetro, objeto desta pesquisa. Serão utilizadas duas formas comparativas para a obtenção do indicador de degradação (ID), com comentários e considerações que podem atender às pesquisas futuras.

As memórias de cálculo utilizando a GADH serão apresentadas no ANEXO 1, pois trata-se de formatação específica, preferencialmente, em formato A3.

### 3.2.1. INDICADORES DE DEGRADAÇÃO - IMÓVEL TESTE

No caso do imóvel amostral teste, as hipóteses de elementos sem observação (SO) e obrigatório (OB) serão utilizados no demonstrando o tratamento durante o cálculo do indicador de degradação. A Tabela 39 apresenta o resumo do cálculo do indicador de degradação, aplicando os três métodos propostos nesta tese.

Tabela 39 - Indicador de Degradação (ID) - amostra teste.

ITEM	COD	Reforma	Heliêcke (C)	GUTc			NEM2767			DEGRADAÇÃO					
				G	U	T	Def	Int	Ext	GUTc	NEN2767	GADH			
1.0	ESTRUTURA										0,27	0,25	0,23		
1.01	VIG		C	B	T	M	Leve	Alta	30,00%		0,32	0,33	0,50	0,04	0,23
1.02	PIL		D	A	N	B	Grave	Baixa	10,00%		0,22	0,17	0,50	0,04	0,23
2.0	SVVIE										0,47	0,34	0,65		
2.01	IMP	2011	I	T	T	M	Crítico	Alta	30,00%		0,87	0,67	1,00	0,51	0,65
2.02	VED		E	A	M	B	Grave	Média	10,00%		0,33	0,17	1,00	0,51	0,65
2.03	ESQ		D	A	N	B	Grave	Baixa	20,00%		0,22	0,17	1,00	0,51	0,65
3.0	REDES										0,40	0,33	0,26		
3.01	IHD		I	T	T	A	Crítico	Alta	80,00%		0,93	0,83	0,50	0,29	0,39
3.02	IEL		C	B	T	B	Leve	Alta	14,00%		0,27	0,17	0,50	0,29	0,39
3.03	ARC		OB												
4.0	OUTROS										0,43	0,34	0,05		
4.01	ACE		SO												
4.02	PAI		I	T	T	M	Crítico	Alta	30,00%		0,87	0,67	0,00	0,20	0,10
											ID= 0,40	ID= 0,32	ID= 0,33		

Para o indicador de degradação total do empreendimento, tanto utilizando o GUT<sub>c</sub> como a NEN2767, o valor final é obtido com a média dos valores dos 10 (dez) sistemas e elementos construtivos. Verifica-se a dispersão de 8,00 % entre os cálculos realizados com os métodos GUT<sub>c</sub>, NEN2767 e GADH.

Comparando os resultados, percebe-se que a NEN2767 utiliza a variável extensão do dano com valores pré-estabelecidos, impossibilitando maior precisão dos dados. Já o método GUT<sub>c</sub> parte de valores pré-estabelecidos da tabela formatada, o que apresenta dispersões maiores em seu próprio conceito base, e este é o motivo da dispersão final do ID.

A precisão do indicador de degradação decorre de dois fatores. O primeiro é a coleta de dados sistemática e o treinamento das equipes de campo. A segunda é a quantidade de sistemas e elementos inspecionados, como será demonstrado no exemplo da escola, onde a GADH foi mais precisa.

Os três métodos apresentados permitem rastreabilidade dos valores, e justificam o uso deles, em caso de tomada de decisões dos gestores. A aplicação de indicadores, como “SO” e “OB”, alertam para sistemas ausentes, separando-os, inclusive, em ordem de prioridade para funcionamento do empreendimento e, portanto, não fazem parte da

memória de cálculo para o indicador de degradação. De forma gráfica, pode-se apresentar a comparação do indicador de degradação calculado na Figura 80.

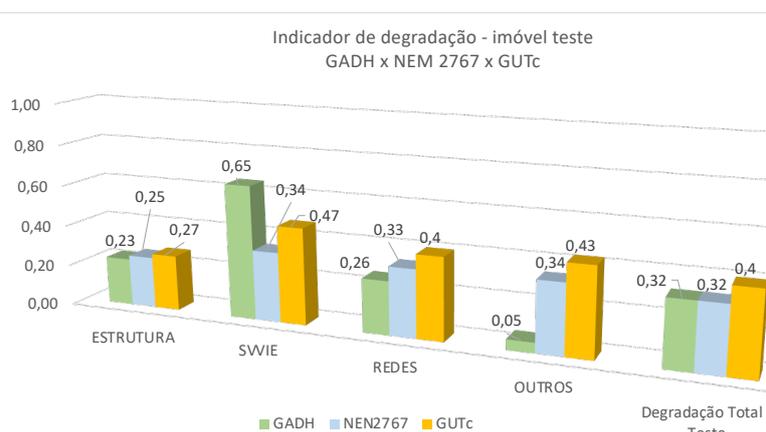


Figura 80 - Comparativo do indicador de degradação GADH x NEN 2767 x GUTc - Amostra teste.

A premissa básica para aplicação dessas classificações é caso de sistemas ou elementos que, realmente, não existem, mas, apesar disto, constam na lista de inspeção, e foram computados no cálculo da média para o método da GUTc, NEN2767 e GADH.

Informações importantes a serem consideradas: 1) no caso do ar condicionado, apesar estar obsoleto, é obrigatório que seja instalado um equipamento novo; 2) o sistema de acessibilidade, apesar de, também, não existir, neste caso não afeta o uso do móvel; 3) as esquadrias internas (ID=0,17) e o paisagismo (ID=0,67) são qualificados com características de patrimônio histórico; e 4) é possível, como está na Figura 80, calcular o valor da degradação de um sistema ou elemento separadamente, desde que haja coleta organizada durante a vistoria.

Todos esses quatro casos serão importantes para os próximos passos deste estudo, quando será obtido o valor do desempenho e fator de obsolescência.

### 3.2.2. INDICADORES DE DEGRADAÇÃO - IMÓVEL ESCOLAR

Para análise da escola, é necessário destacar as suas características históricas, e esses elementos serão tratados como elementos principais (DM) na GADH.

Outras informações relativas à análise de elementos e sistemas, que caracterizam o patrimônio culturais, serão, oportunamente, demonstradas para dimensionar a obsolescência e a sua correlação com o índice de significância cultural (Isc).

O sistema de ar condicionado, apesar de presente, como visto na Figura 81, foi instalado de forma deficitária e, portanto, não foi analisado recebendo a classificação “NV” (não vistoriado), uma vez que não há dados técnicos sobre dimensionamento da

parte de refrigeração e de circuitos elétrico de alimentação do equipamento, podendo gerar sobrecarga do quadro elétrico.



Figura 81 - Comparativo do indicador de degradação.

Para sistemas específicos, deve-se fazer inspeções especializadas, focando nas manifestações patológicas com formulários customizados. Casos de inspeções específicas com o método desta tese serão apresentados mais adiante.

Variações em sistemas isolados são justificadas pelo próprio treinamento do vistoriador. Na escola, como foi usada a inspeção global, houve o equilíbrio final nos dados por causa do grande número de pesquisadores envolvidos não só da área de patrimônio cultural, mas também em sistemas de incêndio, acessibilidade, estruturas, instalações entre outros como caso apresentado na Figura 82.



Figura 82 – Inspeção em sistema de paisagismo. Estado de conservação sem valor.

A planilha de cálculo da GADH para o imóvel escolar está incluída no ANEXO I. Os valores do indicador de degradação para escola são apresentados na Tabela 40.

Tabela 40 - Indicador de Degradação (ID) - escola.

ITEM	COD	Reforma	Heidecke (C)	GUTc			NEM 2767			DEGRADAÇÃO				
				G	U	T	Def	Int	Ext	GUTc	NEN2767	GADH	DG	GADH
<b>1.0</b>	<b>COBERTURA</b>									<b>0,43</b>	<b>0,38</b>			<b>0,47</b>
1.01	EST		D	A	N	N	Grave	Baixa	8,00%	0,18	0,17	0,78	0,29	0,47
1.02	CAL		D	A	N	N	Grave	Baixa	2,00%	0,18	0,17	0,78	0,29	0,47
1.03	TEL		D	A	N	N	Grave	Baixa	8,00%	0,18	0,17	0,78	0,29	0,47
1.04	SPD		I	T	T	A	Crítico	Alta	80,00%	0,93	0,83	0,78	0,29	0,47
1.05	RES		I	T	T	T	Crítico	Alta	100,00%	1,00	1,00	0,78	0,29	0,47
1.06	JUN		E	A	M	N	Grave	Média	3,00%	0,30	0,17	0,78	0,29	0,47
1.07	IMP		D	A	N	M	Grave	Baixa	30,00%	0,27	0,17	0,78	0,29	0,47
<b>2.0</b>	<b>SVVIE</b>									<b>0,35</b>	<b>0,29</b>			<b>0,29</b>
2.01	PIN	21	A	B	N	M	Leve	Baixa	30,00%	0,17	0,17	0,67	0,05	0,29
2.02	ALV		I	T	T	B	Crítico	Alta	10,00%	0,77	0,50	0,67	0,05	0,29
2.03	ESQ		F	A	T	B	Grave	Alta	20,00%	0,47	0,33	0,67	0,05	0,29
2.04	REV		B	B	M	N	Leve	Média	2,00%	0,17	0,17	0,67	0,05	0,29
2.05	SIN		B	B	M	N	Leve	Média	2,00%	0,17	0,17	0,67	0,05	0,29
2.06	ALV		E	A	M	A	Grave	Média	70,00%	0,43	0,50	0,67	0,05	0,29
2.07	FOR		G	T	N	N	Crítico	Baixa	5,00%	0,31	0,17	0,67	0,05	0,29
<b>3.00</b>	<b>HIDR.</b>									<b>0,64</b>	<b>0,63</b>			<b>0,65</b>
3.01	COM		I	T	T	A	Crítico	Alta	80,00%	0,93	0,83	0,67	0,63	0,65
3.02	ACA		B	B	M	B	Leve	Média	14,00%	0,20	0,17	0,67	0,63	0,65
3.03	TUB		B	B	M	A	Leve	Média	90,00%	0,28	0,33	0,67	0,63	0,65
3.04	CI		H	T	M	T	Crítico	Média	100,00%	0,76	0,83	0,67	0,63	0,65
3.05	CG-		I	T	T	T	Crítico	Alta	100,00%	1,00	1,00	0,67	0,63	0,65
<b>4.00</b>	<b>ELÉTRICO</b>									<b>0,38</b>	<b>0,38</b>			<b>0,12</b>
4.01	QGBT	21	A	B	N	M	Leve	Baixa	30,00%	0,17	0,17	0,00	0,27	0,12
4.02	QD	21	A	B	N	M	Leve	Baixa	30,00%	0,17	0,17	0,00	0,27	0,12
4.03	CIR		B	B	M	B	Leve	Média	20,00%	0,20	0,17	0,00	0,27	0,12
4.04	ATE		I	T	T	T	Crítico	Alta	100,00%	1,00	1,00	0,00	0,27	0,12
<b>5.00</b>	<b>PISO</b>									<b>0,28</b>	<b>0,27</b>			<b>0,21</b>
5.01	ADESC		C	B	T	M	Leve	Alta	30,00%	0,32	0,33	0,33	0,11	0,21
5.02	ACOB		C	B	T	M	Leve	Alta	50,00%	0,32	0,33	0,33	0,11	0,21
5.03	CAL		C	B	T	M	Leve	Alta	60,00%	0,32	0,33	0,33	0,11	0,21
5.04	CON		C	B	T	B	Leve	Alta	16,00%	0,27	0,17	0,33	0,11	0,21
5.05	RAM		B	B	M	N	Leve	Média	8,00%	0,17	0,17	0,33	0,11	0,21
<b>6.00</b>	<b>ESTRUTURA</b>									<b>0,13</b>	<b>0,11</b>			<b>0,22</b>
6.01	LAJ		SO											
6.02	VIG		B	B	M	B	Leve	Média	20,00%	0,20	0,17	1,00	0,05	0,33
6.03	PIL		B	B	M	B	Leve	Média	20,00%	0,20	0,17	1,00	0,05	0,33
<b>7.00</b>	<b>PAISAGISMO</b>									<b>0,29</b>	<b>0,25</b>			<b>0,17</b>
7.01	JAR		D	A	N	M	Grave	Baixa	60,00%	0,27	0,17	0,00	0,37	0,17
7.02	PAR		D	A	N	A	Grave	Baixa	70,00%	0,31	0,33	0,00	0,37	0,17
										ID = 0,38	ID = 0,35	ID = 0,34		

Percebe-se que somente o elemento construtivo laje não foi considerado, pois recebeu a avaliação “SO”, porque não existe laje de concreto, e apenas forros de madeira ou gesso a depender do local. Na análise da degradação total da escola pela GADH, o valor de ID atingiu 34,00%, o que a qualifica como degradação média, uma variação de

4,0% sobre o método da GUTc (ID=38,0%), que pode ser ocasionada pela precisão das escalas utilizadas nas duas metodologias determinísticas.

De forma gráfica, a Figura 83 demonstra valores comparativos de ID parcial e total. Apesar das variações nos sistemas isolados, como no caso de sistemas elétricos, variando 26% e 11% no sistema estrutural também o valor total tende a uma convergência, o que ratifica a importância do treinamento das equipes para inspeções globais ou específicas.

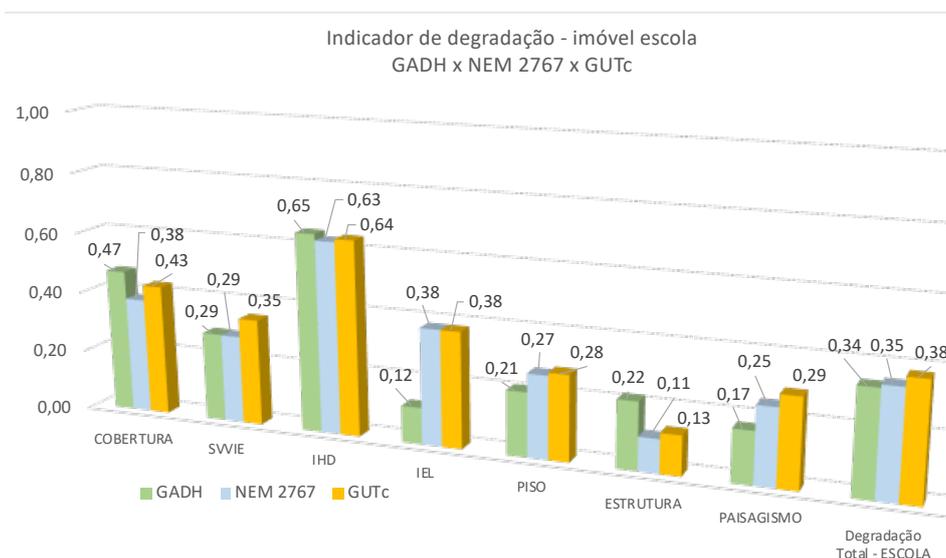


Figura 83 - Comparativo do indicador de degradação GADH x NEM 2767 x GUTc - escola.

Para modelos com coleta de dados qualitativos, a variação encontrada de 7 % global é perfeitamente aceitável, face a todas as variáveis envolvidas.

Caso de análises em massa, com grande número de imóveis há a necessidade de customizar os formulários, condessando a os sistemas como será visto na análise dos imóveis comerciais. Deve-se lembrar sempre do objetivo da inspeção e as características dos elementos construtivos, indicando possíveis manifestações patológicas para auxiliar o inspetor de campo.

### 3.2.3. INDICADORES DE DEGRADAÇÃO - IMÓVEL COMERCIAL

Após muitos anos de manutenções preventivas com reparos parciais nos sistemas, o estado de conservação deste imóvel comercial não pode ser considerado como novo. A vida útil de materiais e sistemas foram adotados com referência à data de construção do edifício.

Com essa amostra será demonstrado como tratar exemplares onde todos os sistemas possuem registros e, por este motivo, não foram utilizadas classificações como

SO, NV e Isc. O tratamento das informações e a aplicabilidade em sistemas obsoletos, como o ar condicionado, serão demonstrados.

Outra importante utilização deste imóvel como amostra é o fato da coleta de dados sem a discretização de subsistemas ou materiais específicos, pois trata-se de inspeção global para o levantamento e a triagem de imóveis em grande escala.

A Tabela 41 representa os valores consolidados para o cálculo de ID nos três métodos apresentados nesta tese.

Tabela 41 - Indicador de Degradação (ID) – imóvel comercial.

ITEM	COD	Reforma	Heidecke (C)				NEM 2767			DEGRADAÇÃO				
			G	U	T	N	Def	Int	Ext	GUTc	NEN2767	GADH		
1.01	EST		B	B	M	N	Leve	Média	8,00%	0,17	0,17	0,92	0,16	0,40
1.02	ALV		C	B	T	N	Leve	Alta	2,00%	0,24	0,17	0,92	0,16	0,40
1.03	REV		C	B	T	N	Leve	Alta	8,00%	0,24	0,17	0,92	0,16	0,40
1.04	PIN		D	A	N	A	Grave	Baixa	80,00%	0,31	0,33	0,92	0,16	0,40
1.05	PIS		D	T	N	T	Grave	Baixa	100,00%	0,38	0,50	0,92	0,16	0,40
1.06	COB		D	A	N	N	Grave	Baixa	3,00%	0,18	0,17	0,92	0,16	0,40
1.07	FOR		E	A	M	A	Grave	Média	80,00%	0,43	0,50	0,92	0,16	0,40
1.08	ESQ		C	B	T	T	Leve	Alta	100,00%	0,39	0,67	0,92	0,16	0,40
1.09	HID		F	T	T	T	Grave	Alta	100,00%	0,67	0,83	0,92	0,16	0,40
1.10	ELE		B	B	M	A	Leve	Média	80,00%	0,28	0,33	0,92	0,16	0,40
1.11	AR		D	T	N	T	Grave	Baixa	100,00%	0,38	0,50	0,92	0,16	0,40
										<b>ID = 0,33</b>	<b>ID = 0,39</b>	<b>ID = 0,40</b>		

Novamente, é possível perceber a dispersão no cálculo de ID, variando em 7,0%, o que ainda é aceitável para uma inspeção global. Nesta amostra, a forma como os dados foram coletados impossibilitou a GADH de discretizar entre subsistemas. O indicador de degradação do imóvel e todos os valores da GUTc, GADH e NEN 2767 estão apresentados na Figura 84.

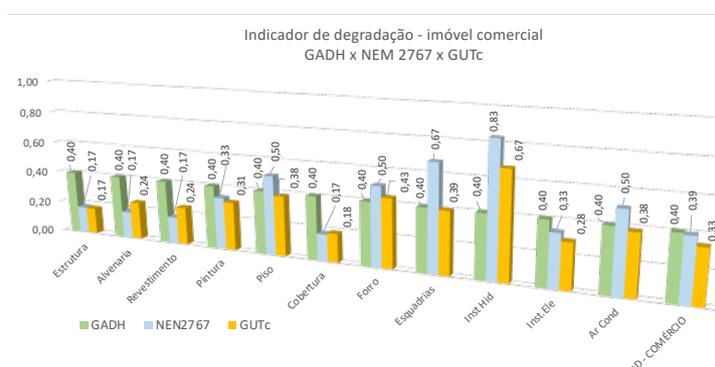


Figura 84 - Comparativo do indicador de degradação GADH x NEN 2767 x GUTc - imóvel comercial.

Ainda analisando as dispersões entre as três amostras, pro se tratar de métodos empíricos, baseados em análise qualitativa, apresentam dispersões consideradas baixas por totalmente aceitável face a todos os fatores que interferem no imóvel durante o ciclo de vida de um imóvel, como já demonstrado pela ISO 15686.

A dispersão pode ser reduzida com a seleção do tipo de inspeção a ser feita, seguido do treinamento das equipes e, por último, os formulários coesos, que evitem interpretações imprecisas durante o registro. Essa parte de planejamento da inspeção serve, também, para leitura dos documentos do empreendimento, com mais foco ao vistoriador.

Oportunamente apresentaremos os dez passos principais para coleta de dados em inspeções, com um passo a passo de como planejar a vistoria de campo e as lições aprendidas durante a elaboração desta tese.

Mais informações sobre o índice de degradação foram publicadas em Oliveira et al. (2022) demonstrando que os três métodos utilizados atendem ao propósito de obter o valor da degradação do empreendimento. Conforme o fluxograma da pesquisa, a próxima etapa será o cálculo do desempenho, selecionando o tipo de desempenho adotado, de acordo com as características da amostra.

### **3.3. DESEMPENHO DOS SISTEMAS (D)**

É importante atentar para o nível de desempenho do empreendimento vistoriado. Essa é uma avaliação que deve ocorrer junto com a anamnese e a pesquisa documental histórica. Em alguns casos, como nos de imóveis com características de patrimônio cultural, deve-se solicitar uma junta técnica multidisciplinar, formada por arquitetos, engenheiros, historiadores e outros técnicos, para avaliar, corretamente, cada sistema dos indicadores de significância cultural.

Para composição dos modelos numéricos, os imóveis foram separados em grupos por nível de desempenho esperado, e analisados de acordo com as fotos e registros de coleta de campo. Parte-se do consenso de que o investimento, tanto financeiro como em qualidade da mão de obra e materiais, é diretamente proporcional ao desempenho esperado.

Há consenso, também, de que a presença de agentes de degradação pode afetar os fatores de aparência, funcionalidade e segurança. Quanto mais degradado, menor deve ser o desempenho. Nesse contexto, pode-se sugerir que imóveis com desempenho mínimo seriam imóveis com baixo investimento em qualidade de projeto, materiais, construção e, por isto, seriam imóveis de baixa durabilidade, servindo para ocupação temporária, com ciclos de manutenção mais intensos, quando comparados imóveis de outros níveis de desempenho. Esse mesmo senso lógico pode ser aplicado à escala do desempenho intermediário e superior, mas aumentando os critérios e investimentos na fase inicial do ciclo de vida do habitat.

Fato diferenciado são os imóveis de desempenho especial com a proposta de estudo dos ciclos de manutenção e conservação, aumentando, ao máximo, a qualidade de projetos, materiais, processo executivo e manutenções preventivas para evitar os mecanismos de degradação. Como já citado nesse grupo estão propostos os casos complexos como: patrimônios culturais reconhecidos; pontes e viadutos principais para resgate e desocupação; hospitais públicos; áreas aeroportuárias e demais instalações afins. Em todos estes casos a característica principal é que sua paralização geraria perdas significativas ao gestor privado ou público.

Como as amostras são modelos matemáticos para demonstração da sequência de equações propostas, a dispersão encontrada no indicador de degradação, já apresentada no item 3.2., será mantida e seu reflexo no cálculo dos mecanismos de desempenho.

### 3.3.1. IMÓVEL TESTE

O imóvel teste apresentou o indicador de degradação (ID) variando de 31% a 40%. No histórico documental, sugerido para aplicação no modelo numérico, foi qualificado que as esquadrias externas e o paisagismo possuem registros de patrimônio cultural, e o por isto deve-se calcular o índice de significância cultural, como será apresentado mais adiante. Na inspeção em campo foi anotado o que está ausente, mas é obrigatório (OB) para funcionamento, o sistema de ar condicionado. Durante a vistoria, também, foi registrado como sem observação (SO) o sistema de acessibilidade, o que não impede o funcionamento ou outros fatores de desempenho neste imóvel especificamente.

A curva de desempenho intermediário foi aplicada para demonstração do modelo numérico utilizando a equação (14).

$$D_I = 5,7805*(ID)^4 - 14,470*(ID)^3 + 12,638*(ID)^2 - 4,9095*(ID) + 1,0000 \quad (14)$$

Onde:

$D_I$  = Desempenho Intermediário; ID= Indicador de degradação.

A decisão final sobre os itens históricos será avaliada durante a aplicação do restante da metodologia de avaliação e certificação. Com base nos três valores dos indicadores de degradação foi calculado o desempenho intermediário ( $D_I$ ) total do empreendimento e parcial por sistemas conforme apresentado na Tabela 42.

Tabela 42 - Cálculo do desempenho intermediário- imóvel teste.

ITEM	COD	DEGRADAÇÃO			DESEMPENHO INTERMEDIÁRIO		
		GUTc	NEN2767	GADH	GUTc	NEN2767	GADH
<b>1.0</b>	<b>ESTRUTURA</b>	<b>0,27</b>	<b>0,25</b>	<b>0,23</b>	<b>0,35</b>	<b>0,36</b>	<b>0,37</b>
1.01	VIG	0,32	0,33	0,23	0,32	0,32	0,37
1.02	PIL	0,22	0,17	0,23	0,39	0,46	0,37
<b>2.0</b>	<b>SVVIE</b>	<b>0,47</b>	<b>0,34</b>	<b>0,65</b>	<b>0,29</b>	<b>0,32</b>	<b>0,24</b>
2.01	IMP	0,87	0,67	0,65	0,07	0,23	0,24
2.02	VED	0,33	0,17	0,65	0,32	0,46	0,24
2.03	ESQ	0,22	0,17	0,65	0,39	0,46	0,24
<b>3.0</b>	<b>REDES</b>	<b>0,40</b>	<b>0,33</b>	<b>0,26</b>	<b>0,30</b>	<b>0,32</b>	<b>0,35</b>
3.01	IHD	0,93	0,83	0,39	0,03	0,10	0,30
3.02	IEL	0,27	0,17	0,39	0,34	0,46	0,30
3.03	ARC						
<b>4.0</b>	<b>OUTROS</b>	<b>0,43</b>	<b>0,34</b>	<b>0,05</b>	<b>0,30</b>	<b>0,32</b>	<b>0,78</b>
4.01	ACE						
4.02	PAI	0,87	0,67	0,10	0,07	0,23	0,62
		ID= 0,40	ID= 0,32	ID= 0,33	Di= 0,30	Di= 0,32	Di= 0,32

Para análise dos fatores de desempenho da amostra teste, três tópicos devem ser destacados:

- Paisagismo e esquadrias internas possuem indicadores de significância cultural, portanto, a degradação e desempenho devem ser monitorados por especialistas da área;
- As dispersões apresentadas no cálculo do indicador de degradação não foram repassadas, integralmente, para o desempenho final. Como visto, a variação do desempenho é de 2%, quando comparados os dados fornecidos pelo método da GUTc ( $D_i = 30\%$ ) com os valores da GADH e NEN2767 ( $D_i = 32\%$ );
- Desde que haja coleta estruturada de dados durante a inspeção, é possível a análise do desempenho do elemento ou sistemas isoladamente, como comprovado.

Chama-se a atenção para o desempenho de sistemas isolados, como o hidrossanitário, que variou de 3,0%, com base no ID calculado pelo método da GUTc, até 30,0%, comparando com o método da GADH. Esses são casos que demandam o retorno a campo para a aferição de dados, ou para propor uma inspeção especializada, como será demonstrado em três casos ao final desta pesquisa.

De forma gráfica e comparativa, a Figura 85 representa o valor do desempenho ( $D_i$ ), utilizando os dados do indicador de degradação calculado.

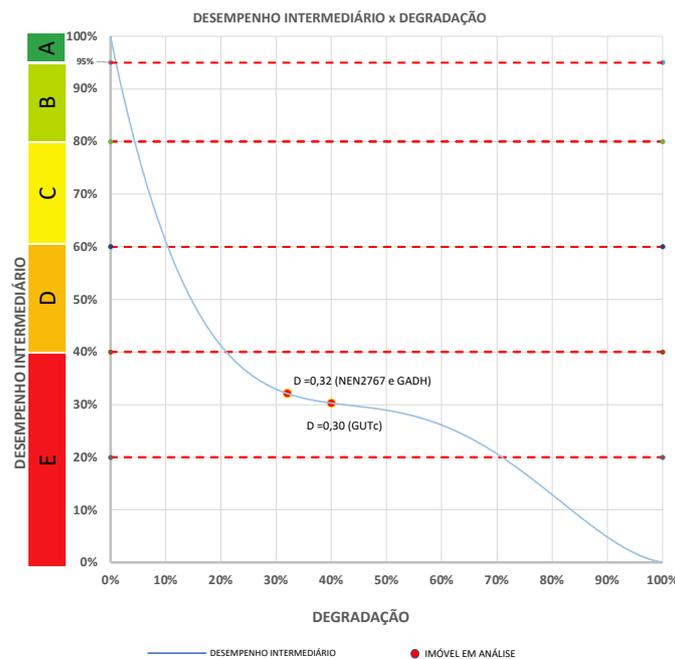


Figura 85 - Gráfico desempenho intermediário comparativo - imóvel teste.

Verifica-se ouve a convergência da dispersão entre o calculo do indicador de degradação e as equações propostas para o calculo do desempenho. O indicador de

desempenho variou em 8%, enquanto no cálculo do desempenho intermediário variou somente 2%, indicando maior precisão.

Com a base de cálculo individual da degradação por sistema, pode-se mostrar o desempenho de cada sistema também. A certificação do imóvel teste pode ser classificada como padrão de desempenho intermediário classe “E”.

Apesar da certificação global do imóvel, o processo de certificação proposto neste estudo pode também ser utilizado para os sistemas, como indicado no infográfico da Figura 86.



Figura 86 – Certificação do desempenho intermediário por sistemas e geral – imóvel teste.

A edificação possui danos significativos e o investimento em reformas ultrapassam do valor total do bem edificado no terreno. Casos como estes indicam ao gestor que é necessário análise aprofundada, com inspeção especializada, observando a possibilidade de restauro, reabilitação, reuso ou reciclagem de materiais, por causa dos indícios de acervo cultural registrados. Em qualquer decisão, sistemas como ar condicionado deve ser inserido pois está com notificação de obsoletos.

### 3.3.2. IMÓVEL ESCOLAR

O imóvel escolar tem características históricas, sendo considerado patrimônio cultural. O tombamento registrado refere-se a uma área e não a edificação em si. Por esse motivo, a administração fez ampliações para atender a mais alunos, sem acompanhar o contexto de originalidade.

Os novos módulos inseridos na escola não mantiveram o contexto arquitetônico ou mesmo processo construtivo originais, alterando originalidade e os registros do conjunto histórico.

Com relatório documental extenso, foi organizado o grupo de técnicos, engenheiros, arquitetos e especialistas em patrimônio cultural. Em análise dessa junta, houve consenso para considerar a edificação com nível de desempenho especial, delimitando somente as edificações efetivamente com significância cultural, como pode ser visto na Figura 87.



Figura 87 – Imóvel escolar parte da arquitetura preservada.

Os materiais utilizados registram o período de construção de Brasília e, em grande parte, foram utilizados materiais com baixa vida útil, pois tratava-se de construção provisória, mas que resistiu ao longo dos anos, como demonstrado na Figura 88.



Figura 88 – Fachada principal.

Para casos de desempenho especial deve-se aplicar a equação (19), para preservá-los, adaptando as normas de referência de acordo com o período construtivo.

$$D_E = -2,6868*(ID)^3 + 4,3466*(ID)^2 - 2,6683*(ID) + 1,0000 \quad (19)$$

Onde:

$D_E$  = Desempenho Especial;       $ID$  = Indicador de degradação.

A Tabela 43 apresenta nível de desempenho especial atingido de acordo com cada método de coleta de degradação proposto.

Tabela 43 – Cálculo do desempenho do imóvel escolar.

ITEM	COD	Reforma	DEGRADAÇÃO			DESEMPENHO ESPECIAL		
			GUTc	NEN2767	GADH	GUTc	NEN2767	GADH
<b>1.0</b>	<b>COBERTURA</b>		<b>0,43</b>	<b>0,38</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>	<b>0,48</b>	<b>0,46</b>
1.01	EST		0,18	0,17	0,47	0,59	0,60	0,46
1.02	CAL		0,18	0,17	0,47	0,59	0,60	0,46
1.03	TEL		0,18	0,17	0,47	0,59	0,60	0,46
1.04	SPD		0,93	0,83	0,47	0,07	0,19	0,46
1.05	RES		1,00	1,00	0,47	0,00	0,00	0,46
1.06	JUN		0,30	0,17	0,47	0,51	0,60	0,46
1.07	IMP		0,27	0,17	0,47	0,52	0,60	0,46
<b>2.0</b>	<b>SVVIE</b>		<b>0,35</b>	<b>0,29</b>	<b>0,29</b>	<b>0,49</b>	<b>0,51</b>	<b>0,51</b>
2.01	PIN	21	0,17	0,17	0,29	0,61	0,60	0,51
2.02	ALV		0,77	0,50	0,29	0,26	0,45	0,51
2.03	ESQ		0,47	0,33	0,29	0,46	0,49	0,51
2.04	REV		0,17	0,17	0,29	0,60	0,60	0,51
2.05	SIN		0,17	0,17	0,29	0,60	0,60	0,51
2.06	ALV		0,43	0,50	0,29	0,47	0,45	0,51
2.07	FOR		0,31	0,17	0,29	0,50	0,60	0,51
<b>3.00</b>	<b>HIDR.</b>		<b>0,64</b>	<b>0,63</b>	<b>0,65</b>	<b>0,38</b>	<b>0,38</b>	<b>0,37</b>
3.01	COM		0,93	0,83	0,65	0,07	0,19	0,37
3.02	ACA		0,20	0,17	0,65	0,57	0,60	0,37
3.03	TUB		0,28	0,33	0,65	0,51	0,49	0,37
3.04	CI		0,76	0,83	0,65	0,27	0,19	0,37
3.05	CG-		1,00	1,00	0,65	0,00	0,00	0,37
<b>4.00</b>	<b>ELÉTRICO</b>		<b>0,38</b>	<b>0,38</b>	<b>0,12</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>0,67</b>
4.01	QGBT	21	0,17	0,17	0,12	0,61	0,60	0,67
4.02	QD	21	0,17	0,17	0,12	0,61	0,60	0,67
4.03	CIR		0,20	0,17	0,12	0,57	0,60	0,67
4.04	ATE		1,00	1,00	0,12	0,00	0,00	0,67
<b>5.00</b>	<b>PISO</b>		<b>0,28</b>	<b>0,27</b>	<b>0,21</b>	<b>0,51</b>	<b>0,52</b>	<b>0,56</b>
5.01	ADESC		0,32	0,33	0,21	0,50	0,49	0,56
5.02	ACOB		0,32	0,33	0,21	0,50	0,49	0,56
5.03	CAL		0,32	0,33	0,21	0,50	0,49	0,56
5.04	CON		0,27	0,17	0,21	0,52	0,60	0,56
5.05	RAM		0,17	0,17	0,21	0,60	0,60	0,56
<b>6.00</b>	<b>ESTRUTURA</b>		<b>0,13</b>	<b>0,11</b>	<b>0,22</b>	<b>0,65</b>	<b>0,69</b>	<b>0,55</b>
6.01	LAJ							
6.02	VIG		0,20	0,17	0,33	0,57	0,60	0,49
6.03	PIL		0,20	0,17	0,33	0,57	0,60	0,49
<b>7.00</b>	<b>PAISAGISMO</b>		<b>0,29</b>	<b>0,25</b>	<b>0,17</b>	<b>0,51</b>	<b>0,53</b>	<b>0,61</b>
7.01	JAR		0,27	0,17	0,17	0,52	0,60	0,61
7.02	PAR		0,31	0,33	0,17	0,50	0,49	0,61
			<b>ID = 0,38</b>	<b>ID = 0,35</b>	<b>ID = 0,34</b>	<b>De = 0,48</b>	<b>De = 0,49</b>	<b>De = 0,49</b>

Verifica-se, novamente, as mesmas dispersões entre o cálculo da degradação e o do desempenho superior obtido. Enquanto o cálculo do indicador de degradação ID varia de 5%, o desempenho especial apresenta a variação de 3,0%. A aproximação dos valores é decorrente do trabalho de campo e o treino das equipes de vistoriadores.

A Figura 89 apresenta o desempenho especial obtido comparando as três metodologias de degradação. Verifica-se que a proximidade dos pontos indica a precisão das equações, absorvendo pequenas dispersões da coleta de dados de forma qualitativa.

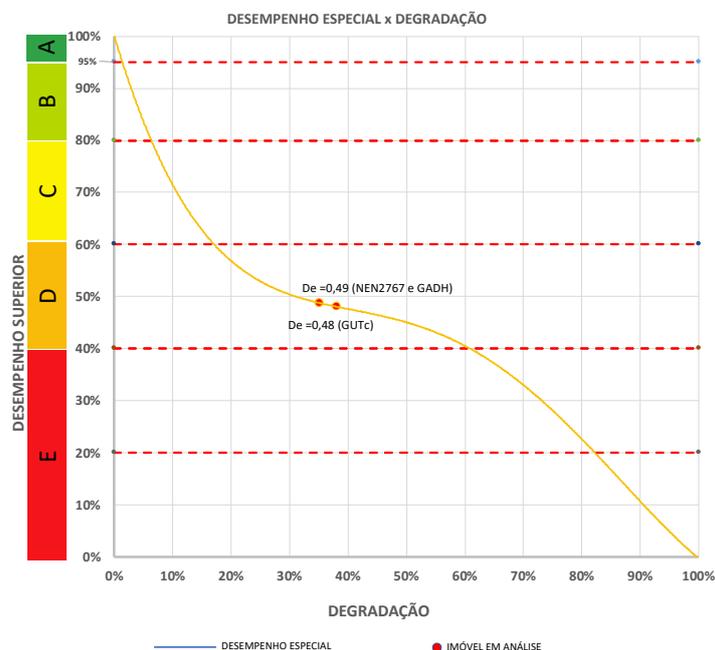


Figura 89 – Gráfico desempenho especial comparativo – imóvel escolar.

Apesar da dispersão ainda presente no cálculo do nível de desempenho especial, o imóvel escolar recebeu a certificação “D” para os três métodos utilizados para análise de degradação, novamente demonstrando uma convergência das equações e métodos apresentados. A certificação D significa que é necessário a intervenção severa de empresas especializadas em todos os sistemas de acabamento, como pintura e revestimentos, como está na Figura 90.

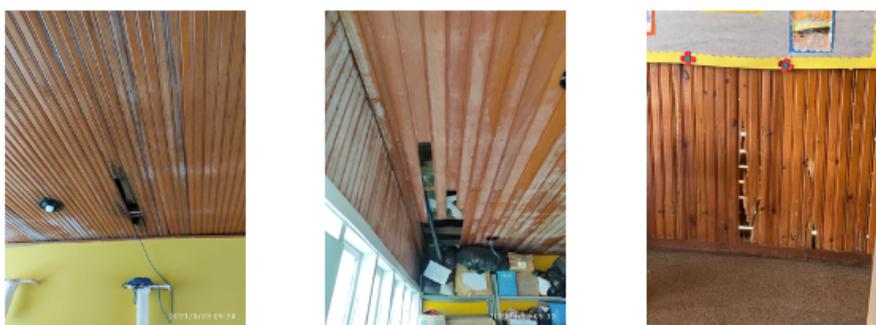


Figura 90 – Danos a sistema pluvial e drenagem – imóvel escolar.

Há falhas impactantes em sistemas de maior uso e funcionalidade, como esquadrias, hidrossanitário, pluvial, drenagem e elétrico. São danos recorrentes e de fácil percepção a olho nu, isolando ou impedindo funcionalidade e segurança.

O investimento em reformas ainda não ultrapassa 50% do valor total do bem edificado no terreno. No caso específico amostra, os reparos devem ser acompanhados, necessariamente, por equipe multidisciplinar, pois possui características de patrimônio cultural para a região onde está instalada. A Figura 91 apresenta a certificação dos sistemas e global do imóvel escolar.

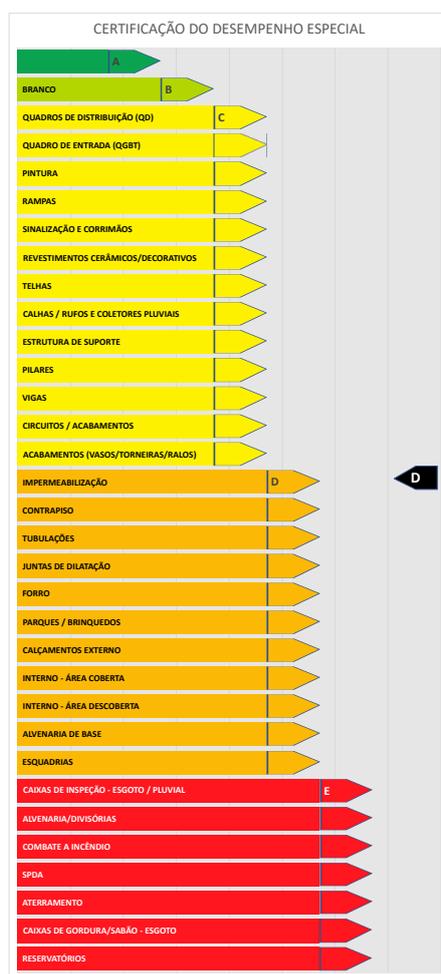


Figura 91 – Certificação do desempenho especial por sistemas e geral – imóvel escolar.

As empresas contratadas para as reformas devem apresentar profissionais especializados, inclusive, com possível análise de reuso do empreendimento com outra finalidade e restauro dos locais com maior representatividade da década de 60.

### 3.3.3. IMÓVEL COMERCIAL

O imóvel comercial apresentou o indicador de degradação variando entre de 33% a 40%, de acordo com a metodologia de cálculo da degradação. Essa variação não

representou indicativos significativos de erro, pois o conceito do método de análise é baseado em inspeção sem apoio de equipamentos, contando apenas com o conhecimento do profissional técnico para cadastrar uma variável de forma qualitativa. Em face desse procedimento, a dispersão final apresentar a variação de 7% é aceitável.

Essa dispersão, por conta do polinômio elaborado no cálculo do desempenho, ficou ainda menor, como pode ser visto na Tabela 44. Por causa dos documentos fornecidos e da arquitetura ter sido replicada várias vezes, o imóvel foi cadastrado com nível de desempenho intermediário.

Tabela 44 – Cálculo do desempenho do imóvel comercial.

ITEM	COD	Reforma	DEGRADAÇÃO			DESEMPENHO INTERMEDIÁRIO		
			GUTc	NEN2767	GADH	GUTc	NEN2767	GADH
1.01	EST		0,17	0,17	0,40	0,46	0,46	0,30
1.02	ALV		0,24	0,17	0,40	0,37	0,46	0,30
1.03	REV		0,24	0,17	0,40	0,37	0,46	0,30
1.04	PIN		0,31	0,33	0,40	0,33	0,32	0,30
1.05	PIS		0,38	0,50	0,40	0,31	0,29	0,30
1.06	COB		0,18	0,17	0,40	0,44	0,46	0,30
1.07	FOR		0,43	0,50	0,40	0,30	0,29	0,30
1.08	ESQ		0,39	0,67	0,40	0,30	0,23	0,30
1.09	HID		0,67	0,83	0,40	0,23	0,10	0,30
1.10	ELE		0,28	0,33	0,40	0,34	0,32	0,30
1.11	AR		0,38	0,50	0,40	0,31	0,29	0,30
			<b>ID = 0,33</b>	<b>ID = 0,39</b>	<b>ID = 0,40</b>	<b>Di = 0,32</b>	<b>Di = 0,30</b>	<b>Di = 0,30</b>

O desempenho intermediário obteve menor dispersão entre seus valores, passando para 2% quando comparamos os dados obtidos com base na GUTc e GADH ou NEN2767. Novamente percebe-se que as curvas propostas para o cálculo do desempenho, neste caso com nível intermediário, apresentam uma convergência com capacidade de explicação entre o qualitativo e quantitativo.

A decisão de adotar esta amostra como desempenho intermediário é justificada pelo grande número de replicações do projeto modelo. O conjunto de imagens da Figura 92 comprova parte desse habitat copiado, motivando os pesquisadores envolvidos nesta análise a selecionar outro exemplar mais preservado e com menor número do indicador de degradação para a manutenção do acervo cultural ou mesmo aprofundar no cálculo do índice de significância cultural.



Figura 92 – Imóvel comercial arquitetura modelo a diversas agências.

Como observa-se na Figura 93, de forma gráfica é possível visualizar a convergência, com a base de degradação com referência a GUTc ( $D_i=32,00\%$ ), com a degradação calculada via GADH ( $D_i=30,00\%$ ).

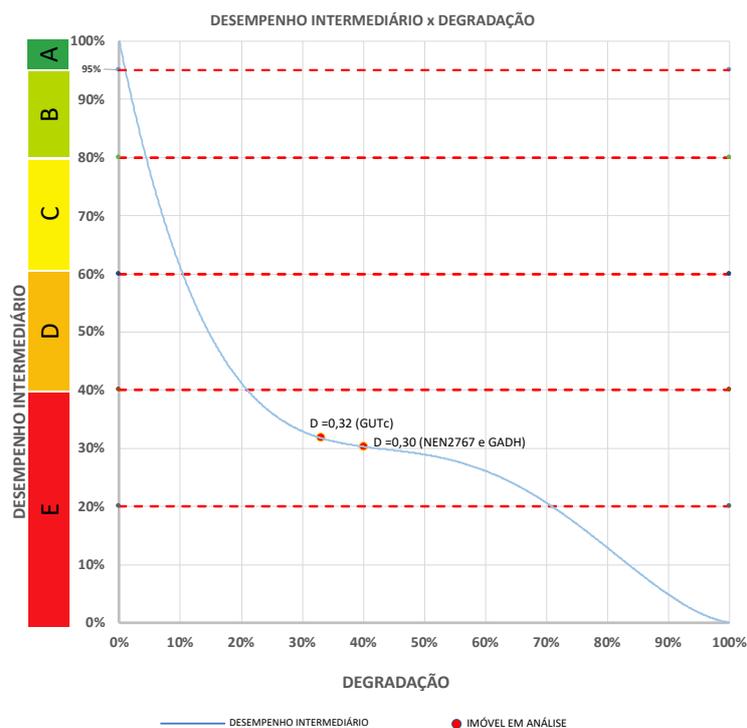


Figura 93 – Gráfico desempenho intermediário comparativo – imóvel comercial.

Na análise da documentação específica deste imóvel amostral, os terrenos disponibilizados para ocupação postal fazem parte do plano urbanístico planejado para área do Plano Piloto – Brasília. Dado o exposto, antes de qualquer alteração ou demolição desse grupo de edificações replicadas como agência postal, deve ser consultado o plano de ocupação vigente.

A certificação do imóvel comercial foi equivalente ao imóvel teste, recebendo o padrão de desempenho intermediário classe “E”, indicando que há danos significativos, e o investimento em reformas ultrapassam 50% do valor total do bem edificado no terreno, como pode ser visto no infográfico da Figura 94.

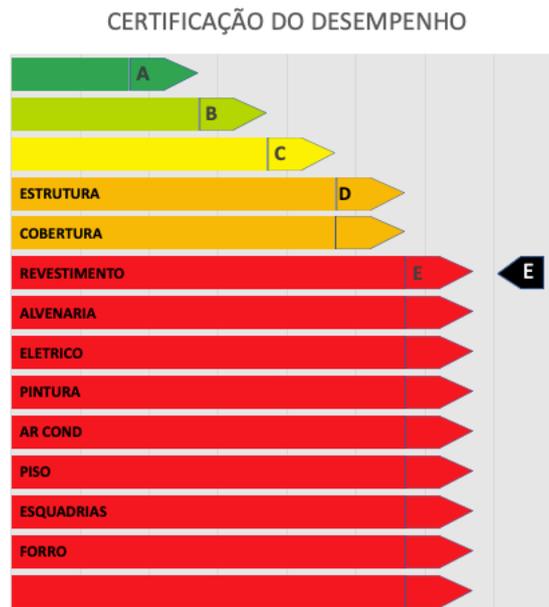


Figura 94 – Certificação do desempenho intermediário por sistemas e geral – imóvel comercial.

Após a certificação do habitat como demonstrado, a pesquisa continua com o cálculo do coeficiente de depreciação. Para esse propósito é importante quantificarmos o mecanismo da obsolescência e o índice de significância cultural, assim pode-se embasar um dossiê completo para o gestor administrativo com o ciclo de vida do empreendimento.

### 3.4. ÍNDICE DE SIGNIFICÂNCIA CULTURAL

O índice de significância cultural refere-se ao levantamento de um conjunto de informações e valores patrimoniais como uso, atratividade econômica, histórico, artístico, cultural, simbólico e antiguidade, correlacionando-os ou não a autores e a contextos de patrimônio cultural local.

A escala foi adaptada, conforme a Tabela 45, para atender ao contexto desta pesquisa, mantendo a proporção entre os valores, mas alterando o valor inicial para a escala de 0 a 1.

Tabela 45 - Escala adaptada de Isc. Fonte: adaptado em layout Guimarães (2021)

Valores de importância	Descrição	Escala adaptada
0,0	Sem importância cultural	0,00
$0 < Isc \leq 0,5$	Pequena importância cultural	$0,00 < Isc \leq 0,25$
$0,5 < Isc \leq 1,0$	Média importância cultural	$0,25 < Isc \leq 0,50$
$1 < Isc \leq 1,5$	Alta importância cultural	$0,50 < Isc \leq 0,75$
$1,5 < Isc \leq 2,0^*$	Altíssima importância cultural	1,00

O processo de avaliação financeira de patrimônios culturais, pelo método o índice proposto nesta pesquisa, fica demonstrado que se pode avaliar itens, elementos/sistemas construtivos a avaliação global do habitat. O valor referente a itens como forma e projeto, ou mesmo conjunto arquitetônico são importantíssimos no contexto cultural e por isto o receberão tratamento especial quanto a sua depreciação, como será visto no item 3.6.

Nesta tese será calculado o índice de significância cultural na amostra de teste e no imóvel escolar, pois possuem referências históricas, segundo a análise documental. O imóvel comercial não possui nenhum dos valores culturais, pois foi replicado diversas vezes e há exemplares com mais preservados que merecem ser reconhecidos.

### 3.4.1. IMÓVEL TESTE

As equações geradas para o imóvel testem são aplicadas, como referência hipotética para apoiar o processo de cálculo o  $I_{sc}$ , conforme demonstra a Tabela 46.

Tabela 46 - Significância cultural - Imóvel teste.

Atributos sugeridos para análise	Possui Significancia	Valores							Avaliado	Máximo
		Uso	Econômico	Histórico	Artístico	Cultural	Antiguidade	Simbólico		
<b>FORMA E PROJETO</b>										
Conjunto Arquitetônico	sim	x	x	x					3	7
<b>ESTRUTURA</b>										
Vigas										
Pilares										
<b>VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS E EXTERNAS - SVVIE</b>										
Impermeabilização										7
Vedação										
Esquadrias Internas	sim			x					1	
<b>REDES</b>										
Inst Hidrossanitário (IHD)										
Inst. Eétrica (IEL)										
Ar Condicionado (ARC)										
<b>OUTROS</b>										
Acessibilidade										7
Paisagismo	sim				x	x			2	
									Calculado	6
									Máximo	21
									$I_{sc}$	<b>0,286</b>

Pequena importância cultural

O valor do índice de significância cultural do imóvel teste ( $I_{sc}= 0,286$ ) representa que o habitat possui pequena importância cultural. A qualificação de “pequena importância cultural” não autoriza a remoção de partes sem a devida análise multidisciplinar, sendo necessária até inspeção especializada, se for o caso. As alterações propostas devem ser pauta de reuniões e planejamentos específicos, inclusive, em sistemas que interferem no perímetro do elemento ou da estrutura em análise.

Situações como essas fazem parte do cotidiano dos profissionais que estudam as edificações históricas e o mercado imobiliário.

### 3.4.2. IMÓVEL ESCOLAR

Para o caso do imóvel escolar, o impacto do Isc foi maior. É importante resgatar a informação de que a escola foi parte do tombamento, e o conjunto da praça possui simbolismo cultural. O motivo que levaram a esse reconhecimento ou discussões sobre a significância ou não de sistemas e edificações poderá ser tratada em pesquisas futuras, pois não é foco desta tese.

Os itens e sistemas em análise partiram de reuniões multidisciplinares com estudo sobre os valores culturais intrínsecos à edificação. O retorno desse grupo foi a relação de itens e sistemas que devem ser vistoriados no campo, para reduzir a incompreensão durante a coleta do dado. Cada atributo é descrito, fotografado e analisado, de acordo com registros de significância, para possibilitar a rastreabilidade futura.

Quanto mais valores estiverem evidentes para apresentar os atributos, maior será a precisão do índice de significância do bem avaliado.

Tabela 47 - Significância cultural - Escola.

Atributos da análise	Possui Significância	Valores							Avaliado	Máximo
		Uso	Econômico	Histórico	Artístico	Cultural	Antiguidade	Simbólico		
<b>FORMA E PROJETO</b>										<b>7</b>
Conjunto Arquitetônico	sim	X	X	X	X	X	X	X	6	
<b>COBERTURA</b>										<b>21</b>
Estrutura de Suporte	sim	X	X			X	X		4	
Calhas / Rufos e coletores pluviais										
Telhas	sim	X		X			X		3	
SPDA										
Reservatórios	sim	X		X			X		3	
Juntas de Dilatação										
Impermeabilização										
<b>VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS E EXTERNAS - SVVIE</b>										<b>49</b>
Pintura	sim	X		X		X	X	X	5	
Alvenaria - Lambri madeira	sim	X		X	X	X	X	X	6	
Esquadrias	sim	X	X	X	X	X	X		6	
Revestimentos Cerâmicos/Decorativos	sim	X							1	
Sinalização e Corrimãos	sim	X		X	X	X	X	X	6	
Alvenaria de base	sim	X							1	
Forro	sim	X		X	X		X		4	
<b>INSTALAÇÃO HIDROSSANITÁRIA</b>										
Combate a Incêndio										
Acabamentos (Vasos/Torneiras/Ralos)										
Tubulações abastecimento / esgoto / pluvial / drenagem										
Caixas de Inspeção - Esgoto / Pluvial										
Caixas de gordura/sabão - Esgoto										
<b>INSTALAÇÃO ELÉTRICA</b>										
Quadro de Entrada (QGBT)										
Quadros de Distribuição (QD)										
Circuitos / acabamentos										
Aterramento										
<b>PISO</b>										<b>28</b>
Interno - área descoberta	sim	X					X		2	
Interno - área coberta	sim	X					X		2	
Passelo externo	sim	X					X		2	
Contrapiso										
Rampas - acessibilidade	sim	X					X		2	
<b>ESTRUTURA</b>										<b>14</b>
Lajes										
Vigas	sim	X		X			X		3	
Pilares	sim	X		X			X		3	
<b>PAISAGISMO</b>										<b>14</b>
Jardins	sim	X					X		2	
Parques / Brinquedos	sim	X					X		2	
								Calc.	Máx	
								<b>63</b>	<b>133</b>	
								Isc	0,474	
										Média importância cultural

O Isc 0,474, obtido para a escola, posiciona esse imóvel em situação mais importante do que o imóvel de teste (Isc=0,286), dando a possibilidade para os gestores

organizarem suas equipes e prioridades nas ações. Os valores de  $I_{sc}$  serão importantes para o cálculo da depreciação, reforçando o processo da metodologia de certificação e avaliação do imóvel.

Com o cálculo do indicador de degradação (ID), desempenho (D), índice de significância cultural ( $I_{sc}$ ) falta ainda o fator de obsolescência ( $F_{OBS}$ ), todas as variáveis do método de certificação e avaliação estão prontas para a quantificação da depreciação.

### 3.5. FATOR DE OBSOLESCÊNCIA

Já foi demonstrado, anteriormente, que o risco de obsolescência pode ser mitigado por projetos que permitam o replanejamento interno, extensões e alterações nos sistemas, tendo o valor do investimento como parâmetro balizador. Por padrão da pesquisa, se há patrimônio cultural reconhecido, a análise é mitigada os efeitos mantendo sempre o valor 1 como pontuação de elementos que não sofrem os mecanismos de obsolescência.

A proposta é aprofundar a análise em cada um dos sistemas da edificação, e quantificar valores que possam ser comparados. Desse modo, examina-se o edifício ponto a ponto, com a visão de preservar os itens passíveis de serem reutilizados. A equação criada para o fator de obsolescência ( $F_{obs}$ ) atende à escala de valores, sendo 0,00 (zero), no caso de sistemas obsoletismo total, e o valor máximo 1,00 (um), indicando sem indicadores obsolescência.

Para validação da análise numérica das equações propostas nesta tese, os valores de vida útil aplicados serão os indicados pela Organização Europeia para Aprovações Técnicas (EOTA), conforme a Tabela 48.

Tabela 48 - Vida útil referencial de obras e produtos de construção.

Fonte: adaptado em layout da [EOTA].

Vida útil de Projeto – referencial das obras (anos)		Vida útil de Projeto referencial dos sistemas / componentes da construção (anos)		
Categoria	Anos	Categoria		
		Recuperável ou de fácil substituição	Maior dificuldade de recuperação ou substituição	Vida de serviço**
Curta	10	10*	10	10
Média	25	10*	25	25
Normal	50	10*	25	50
Longa	100	10*	25	100

\*Em casos excepcionais e justificados, por ex. Certos produtos de reparo, uma vida útil de 3 ou 6 anos pode ser considerada.

\*\* Produtos não reparáveis ou economicamente substituíveis.

Os valores de  $V_{up}$  apresentados são baseados na avaliação quanto à dificuldade de substituição, reuso ou mesmo funcionalidade. Como o assunto é complexo, nesse ponto de aplicação da metodologia é importante rever alguns tópicos.

Conforme demonstrado no item 1.4, existem três fatores parciais que ocasionam obsolescência: funcional, tecnológica e econômica. A equação proposta para o fator de obsolescência ( $F_{obs}$ ) é dependente da média desses três fatores, que propõem a qualificação, o que está exposto na Tabela 49. Como se trata de visão inicial do efeito da obsolescência no mercado de construção civil, a precisão maior poderá ser apresentada em trabalhos futuros.

Tabela 49 - Valor de referência da obsolescência no sistema.

$F_{obs}$	Descrição
100%	Não tem obsolescência
$50% < F_{obs} < 100%$	Acompanhar o desempenho
$0% < F_{obs} < 50%$	Preparar substituição
0%	Obsoleto

Os fatores individuais de obsolescência funcional, tecnológico ou econômico, com valor 1,00 (um), o que qualifica o estado obsoleto, alertando para a decisão. Abre-se, então, duas outras vertentes para análise:

- a) O sistema pode fazer parte ou possuir função principal no imóvel, como, por exemplo, o sistema estrutural e a demolição é irrevogável. Nesse caso, deve-se prever o reuso de partes, retirando os componentes principais com a possibilidade de reciclagem;
- b) O sistema ou partes dele podem possuir referências de patrimônio cultural e, portanto, não devem ser descartadas. A decisão das ações, a partir desse fato, é apoiar-se em especialistas em restauro e preservação, para fundamentar decisões relativas ao índice de significância cultural. O veredito final deve possuir rastreabilidade e ser aprovado por junta multidisciplinar, como já explanado.

A declaração de obsolescência deve ser adotada com extrema cautela, principalmente, quanto a visão urbanística e histórica do habitat. O valor final do fator de obsolescência ( $F_{OBS}$ ).

O imóvel teste tem o objetivo de auxiliar na demonstração do modelo matemático e a aplicação das equações. Será calculado, também, o fator de obsolescência para o imóvel escolar e o comercial, demonstrando a aplicação das equações em casos reais.

### 3.5.1. IMÓVEL TESTE

Como modelo numérico, para o imóvel teste, considerou-se que o sistema de ar condicionado apresentam obsolescência tecnológica ( $f_{ic}$ ), portanto, receberam a menção 0 (zero) durante a vistoria. Isso indica, por hipótese, os equipamentos não possuem peças de reposição ou existem opções tecnológicas mais eficientes.

São sugestões para equipe de campo com apoio à decisão e à orientação no processo de manutenção ou preservação do item. Dado o exposto a Tabela 50, demonstra o cálculo do fator de obsolescência para o imóvel teste.

Tabela 50 - Análise de Obsolescência do imóvel teste.

ITEM	COD	Heidecke (C)	Registros da documentação			OBSOLESCÊNCIA				
			Vup	Pat. Cultural	Ei	$f_{fn}$	$f_{pr}$	$f_{ec}$	Fobs	Gestão da Obsolescência
<b>1.0</b>	<b>ESTRUTURA</b>									
1.01	VIG	C	Curta		12,25%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
1.02	PIL	D	Normal		22,75%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
<b>2.0</b>	<b>SVVIE</b>									
2.01	IMP	I	Média		8,80%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
2.02	VED	E	Longa		5,50%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
2.03	ESQ	D	Curta	sim	7,00%	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
<b>3.0</b>	<b>REDES</b>									
3.01	IHD	I	Normal		7,50%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
3.02	IEL	C	Normal		10,50%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
3.03	ARC	OB	Curta		12,00%	1,00	1,00	0,00	0,67	Acompanhar o desempenho
<b>4.0</b>	<b>OUTROS</b>									
4.01	ACE	SO	Média		3,90%					
4.02	PAI	I	Curta	sim	9,10%	1,00	1,00	1,00	0,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
						<b>Fobs = 0,85</b>				

A amostra possui obsolescência parcial, com  $F_{obs} = 85,00\%$  e ainda possui registros históricos em sistemas como esquadrias e o paisagismo. Quatro tópicos devem ser listados na análise:

- O sistema de ar condicionado não possui mais peças de reposição e portanto o fator de obsolescência indicou  $F_{obs} = 0,67$ . Deve-se observar, portanto, os fatores do desempenho para detectar os riscos em relação a aparência, funcionalidade ou mesmo segurança do equipamento;
- O paisagismo e as esquadrias internas possuem indicadores de significância cultural e, portanto, isto deve ser comunicado à junta disciplinar para análise de recuperação ou restauro. Não se calcula obsolescência em patrimônio cultural.

Na amostra do imóvel comercial serão apresentadas outras análises, demonstrando em caso real propondo ações que o gestor deve adotar, a partir da análise do fator de obsolescência.

### 3.5.2. IMÓVEL ESCOLAR

Os blocos com maior referência cultural não estão sendo ocupados por causa das condições de acessibilidade, conforto térmico e acústico o que dificulta seu uso como salas de aula como pode ser visto na Figura 95.



Figura 95 – Piso danificado e acessibilidade comprometida.

Projetada para 162 alunos e, atualmente, com 640 estudantes matriculados, o que exige a ocupação de todos os blocos da escola para atender à demanda. Além disso, os sistemas elétricos, pluviais, incêndio e hidrossanitários estão com estado de conservação precários, sendo cadastrados como sem valor devido ao alto desgaste e ao baixo desempenho verificado na vistoria, nos módulos com significância cultural.

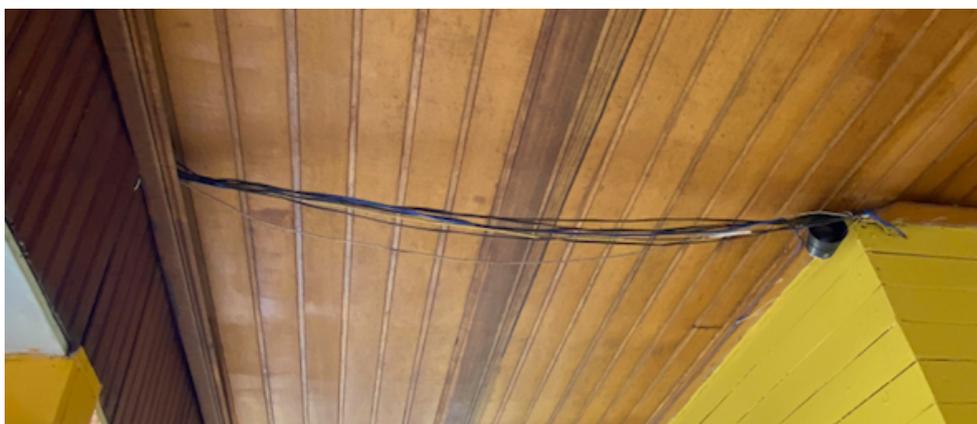


Figura 96 – Sistema elétrico - fiação exposta sem proteção.

Com todas as variáveis do imóvel escolar dispostas na Tabela 51, pode-se demonstrar o cálculo do fator de obsolescência dos sistemas isolados e total. Há ainda a orientação ao gestor quanto aos valores obtidos.

Tabela 51 - Análise de Obsolescência do imóvel escolar

ITEM	COD	Heidecke (C)	Documentação			OBSOLESCÊNCIA				
			Vup	Pat. Cultural	Ei	f/i	f/pr	fec	Fobs	Gestão da Obsolescência
<b>1.0</b>	<b>COBERTURA</b>									
1.01	EST	D	Longa	sim	1,35%	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
1.02	CAL	D	Média		0,45%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
1.03	TEL	D	Normal	sim	1,80%	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
1.04	SPD	I	Curta		0,27%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
1.05	RES	I	Normal	sim	3,60%	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
1.06	JUN	E	Curta		0,36%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
1.07	IMP	D	Média		1,17%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
<b>2.0</b>	<b>SVVIE</b>									
2.01	PIN	A	Curta	sim	5,85%	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
2.02	ALV	I	Normal	sim	6,24%	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
2.03	ESQ	F	Média	sim	7,80%	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
2.04	REV	B	Média	sim	9,75%	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
2.05	SIN	B	Curta	sim	1,56%	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
2.06	ALV	E	Longa	sim	3,12%	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
2.07	FOR	G	Média	sim	4,68%	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
<b>3.00</b>	<b>HIDR.</b>									
3.01	COM	I	Normal		1,54%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
3.02	ACA	B	Média		1,96%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
3.03	TUB	B	Média		0,70%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
3.04	CI	H	Média		1,75%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
3.05	CG-	I	Média		1,05%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
<b>4.00</b>	<b>ELÉTRICO</b>									
4.01	QGBT	A	Média		2,64%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
4.02	QD	A	Média		2,16%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
4.03	CIR	B	Média		1,84%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
4.04	ATE	I	Curta		1,36%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
<b>5.00</b>	<b>PISO</b>									
5.01	ADESC	C	Média	sim	2,80%	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
5.02	ACOB	C	Média	sim	2,50%	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
5.03	CAL	C	Normal	sim	1,90%	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
5.04	CON	C	Média		1,20%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
5.05	RAM	B	Longa	sim	1,60%	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
<b>6.00</b>	<b>ESTRUTURA</b>									
6.01	LAJ	SO			7,50%	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
6.02	VIG	B	Longa	sim	5,00%	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
6.03	PIL	B	Longa	sim	12,50%	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
<b>7.00</b>	<b>PAISAGISMO</b>									
7.01	JAR	D	Curta	sim	1,40%	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
7.02	PAR	D	Curta	sim	0,60%	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado
<b>Fobs = 1,00</b>										

O valor de  $F_{OBS} = 100,00\%$  indica que a maioria dos sistemas ainda possuem peças de reposição ou significância cultural, com o é o caso desta amostra. O sistema de esquadrias e divisórias retratam uma técnica construtiva muito utilizada pelas equipes de obra que construíram Brasília e, por isto, deve ser preservado. Parte dos vidros das esquadrias saíram de linha de fabricação e não possuem elementos para reposição. Essa questão deve ser levada à equipe de pesquisadores e historiadores para auxiliar na gestão e recuperação.

Uma das opções dos gestores é a transformação do local em ponto de referência histórica, mantendo como acervo para visitação e não mais como sala de aula. Isso reduziria, drasticamente, o fator de uso, e preservaria o local.

O imóvel tem importância como escola na região, o que pode ser uma das saídas para busca de investimento no restauro dos módulos históricos e para a preservação do acervo.

### 3.5.3. IMÓVEL COMERCIAL

Na análise do imóvel comercial, o fato do sistema de ar condicionado estar, completamente, obsoleto foi objeto de anotação durante a vistoria *in loco*. Trata-se da principal característica do fator obsolescência econômica ( $f_{ec}$ ), muito comum em sistemas que envolvem equipamentos ou revestimentos cerâmicos. Além de não possuir mais peças de reposição para o sistema de ar condicionado, como demonstra a Figura 97, há soluções no mercado mais eficiente energeticamente e econômicas. O estado de conservação de Heidecke entre regular e reparos simples (C=d) confirmou essa decisão e, por isto, todos os fatores de obsolescência foram registrados com valor nulo ( $F_{obs}=0$ ).



Figura 97 - Ar condicionado - obsolescência econômica, tecnológica e funcional.

Não há registros de significância cultural, pois trata-se de imóvel replicado várias vezes, e existem exemplares em melhor situação para restauro e com representatividade arquitetônica. A Tabela 52 apresenta os valores de  $F_{obs}$  para os sistemas e elementos analisados.

Tabela 52 - Cálculo do fator de obsolescência do imóvel comercial.

ITEM	COD	Heidecke (C)	OBSOLESCÊNCIA				Gestão da Obsolescência
			$f_{fn}$	$f_{pr}$	$f_{ec}$	$F_{obs}$	
1.01	EST	B	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
1.02	ALV	C	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
1.03	REV	C	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
1.04	PIN	D	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
1.05	PIS	D	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
1.06	COB	D	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
1.07	FOR	E	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
1.08	ESQ	C	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
1.09	HID	F	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
1.10	ELE	B	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência
1.11	AR	D	1,00	0,00	0,00	0,33	Preparar substituição
<b>Fobs = 0,94</b>							

No caso do imóvel comercial, o sistema de ar condicionado ainda é necessário e mas está com estado de conservação entre regular e reparos simples. Em termos de peças não há mais reposição ( $f_{pr}=0$ ) e mandar fabricar peças para reposição é inviável ( $f_{ec}=0$ ). Há aparelhos mais eficientes energeticamente no mercado, portanto é mais prudente substituir o equipamento.

Como demonstrado, as respostas trazidas na análise do fator de obsolescência são fundamentais para análise de empreendimentos, principalmente, no caso de imóveis comerciais, já que interessa ao investidor a capacidade de gerar renda e o bom funcionamento do empreendimento de forma global.

Em sua totalidade, o imóvel em questão apresentou o  $F_{OBS}= 94,0\%$ , ou seja, apesar dos problemas em sistemas pontuais, ainda não está caracterizado como obsoleto, mas deve-se agir em prol dos infortúnios em pontos específicos já previstos.

Ao vistoriarmos um empreendimento duas frases são recorrentes, ao pensarmos no desempenho: “A variação da degradação é a forma que o desempenho é alterado” e “O desempenho é perceptível a partir dos critérios de aparência, funcionalidade e de segurança adotados para elementos ou sistemas vistoriados”. Essas frases impulsionaram a pesquisa para nova formulação no processo de cálculo do valor imóvel, através do coeficiente de desempenho, e não mais pelo estado de conservação.

### 3.6. COEFICIENTE DE DEPRECIAÇÃO GLOBAL

Com o objetivo de comparar o coeficiente de depreciação do empreendimento, torna-se necessário, inicialmente, calcular o valor de referência pelo padrão difundido com o método de Ross-Heidecke modificado por Pimenta (2011). Para apresentar os valores comparativos de depreciação com uso desse método, replica-se a equação (11), que dimensiona o coeficiente de depreciação dos sistemas ( $k_i$ ).

$$k_i = \frac{1}{2} * \left( \frac{x_i}{n_i} + \frac{x_i^2}{n_i^2} \right) + \left[ 1 - \frac{1}{2} * \left( \frac{x_i}{n_i} + \frac{x_i^2}{n_i^2} \right) \right] * C \quad (11)$$

Onde:

$k_i$  = coeficiente de depreciação do sistema;

$x_i$  = idade do sistema  $i$ ;

$C$  = estado de conservação;

$n_i$  = vida útil do sistema  $i$ .

O estado de conservação de Heidecke ( $C$ ) é fundamental nos métodos numéricos com variáveis qualitativas e quantitativas, que, quando aplicado diretamente, fornece rastreabilidade ao cálculo. Este é o processo base, atualmente aplicado no cálculo da depreciação de um imóvel.

Todo o contexto apresentado até o momento refere-se a importância dos detalhes que podem alterar o valor de um empreendimento e sua competitividade no mercado imobiliário. Neste ponto, o novo processo de análise proposto nessa pesquisa salientou que durante a inspeção é importante registrar no campo de estado de conservação as seguintes anotações:

- "OB" (obrigatório) - A ausência ou inexistência do elemento afetará o uso do imóvel;
- "SO" (sem observação) - A ausência ou inexistência do elemento não afeta o uso do imóvel;
- "NV" (Não Vistoriado) - Não foi percebido pelo vistoriador, três elementos ou sistemas analisados com a chancela "NV" significam que a vistoria deverá ser refeita;

Agora que será analisado o mecanismo de depreciação, campos com anotação obrigatória (OB), devem coeficiente de depreciação  $k_i = 1,0$  pois são necessários para a utilização do imóvel e devem ter seu investimento previsto. Itens que não possuem observação (SO), ou seja, são novos e receberão  $k_i = 0,0$ . Os itens não vistoriados (NV), o inspetor deve voltar o local e apresentar sua análise.

No caso de avaliação de patrimônio cultural, apesar do indicador registrar itens e sistemas específicos, sugere-se que este artifício seja utilizado somente em análises pontuais. Com já debatido e apresentado edificações históricas e culturais o complexo todo deve ser preservado, incluindo valores patrimoniais de uso, atratividade econômica, histórico, artístico, cultural, simbólico e antiguidade.

Para atender a este contexto, a equação proposta para o cálculo do coeficiente de depreciação de sistemas isolados ou global, deve sempre utilizar o índice global de significância como será demonstrado a seguir. Nesse caso específico, a soma dos sistemas parciais, não representa o empreendimento todo neste caso.

Como um dos objetivos desta tese, cálculo da depreciação deve representar de forma evidente os mecanismos de degradação, desempenho, importância cultural e obsolescência. Isso é fundamental para a possibilidade de recuperação do sistema e preservação dos ambientes construídos.

Neste sentido, propõe-se a alteração das variáveis de vida útil ( $n_i$ ) e de tempo de utilização ( $x_i$ ) pelo desempenho (D) no cálculo da depreciação. Desse modo, abre-se a percepção de preservação de empreendimentos, independentemente, de sua idade, e contribuir no processo de preservação do patrimônio edificado.

O processo de avaliação de depreciação imobiliária mais transparente e rastreável passa pela análise do conjunto de equações dispostas na Tabela 53, na sequência em que devem ser aplicadas. Assim, pode-se certificar e avaliar o ambiente construído.

Tabela 53 - Resumo de equações do método de avaliação e certificação.

DESEMPENHO	$D_M = 7,312*(ID)^4 - 18,1781*(ID)^3 + 15,625*(ID)^2 - 5,75901*(ID) + 1 \quad (12)$ $D_I = 6,5655*(ID)^4 - 16,427*(ID)^3 + 13,994*(ID)^2 - 5,132*(ID) + 1 \quad (13)$ $D_S = 5,734*(ID)^4 - 14,468*(ID)^3 + 12,185*(ID)^2 - 4,452*(ID) + 1 \quad (14)$ $D_E = 4,9025*(ID)^4 - 12,509*(ID)^3 + 10,376*(ID)^2 - 3,772*(ID) + 1 \quad (15)$
OBSOLESCÊNCIA	$F_{obs} = \left( \frac{f_{fn} + f_{pr} + f_{ec}}{3} \right) \quad (16)$
DEPRECIÇÃO	$k_t = (1 - D * F_{obs})^{(2 - I_{sc})} \quad (17)$

Exceto o cálculo do indicador de degradação (ID), todas as outras equações propostas foram agrupadas para auxiliar nas análises da memória de cálculo e na formatação do relatório final.

A visão do imóvel, segundo o método de certificação e avaliação, é que o ciclo de vida de um empreendimento depende um fluxo de trabalho que passa por análise da significância cultural e a correlação profunda do tipo de desempenho esperado, a obsolescência e por último o valor que possa obter no mercado imobiliário.

Imóveis que não possuem significância cultural, o desempenho é adotado ainda na fase de projeto ou de acordo com o uso adotado. Os materiais terão sua obsolescência com desvio normal. Isso leva a crer que o coeficiente de depreciação será uma curva parabólica, quanto aplica-se a equação (17). O conjunto destes mecanismos ao longo do ciclo de vida pode ser visto na Figura 98.

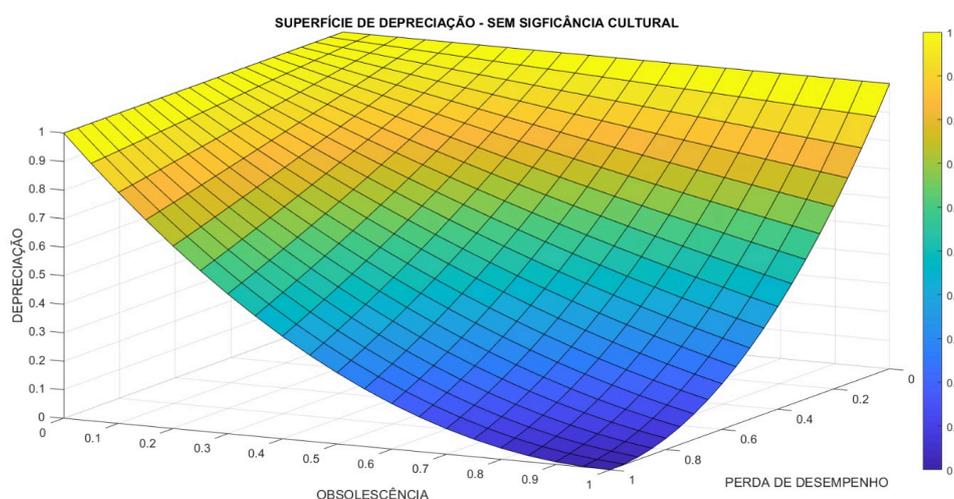


Figura 98 –Sem significância cultural - curva de desempenho, obsolescência e depreciação.

O segundo exemplo de comportamento do imóvel ao longo do ciclo de vida, pode ser visto na

Figura 99. Neste caso o coeficiente de depreciação ( $k_i$ ) tem em sua exponencial o valor fracionário. Esses casos são imóveis com partes construtivas ou mesmo contextos históricos que possam representar o autor e eventos da cultura local.

Neste grupo, com média significância cultural, o trabalho dos pesquisadores arquitetos, engenheiros, historiadores e outros da equipe deve ser intenso. As buscas no acervo documental que possam justificar os valores patrimoniais como uso, atratividade econômica, histórico, artístico, cultural, simbólico e antiguidade deve comprovar ou não a autores e a contextos de patrimônio cultural local. A validação deve ser multidisciplinar.

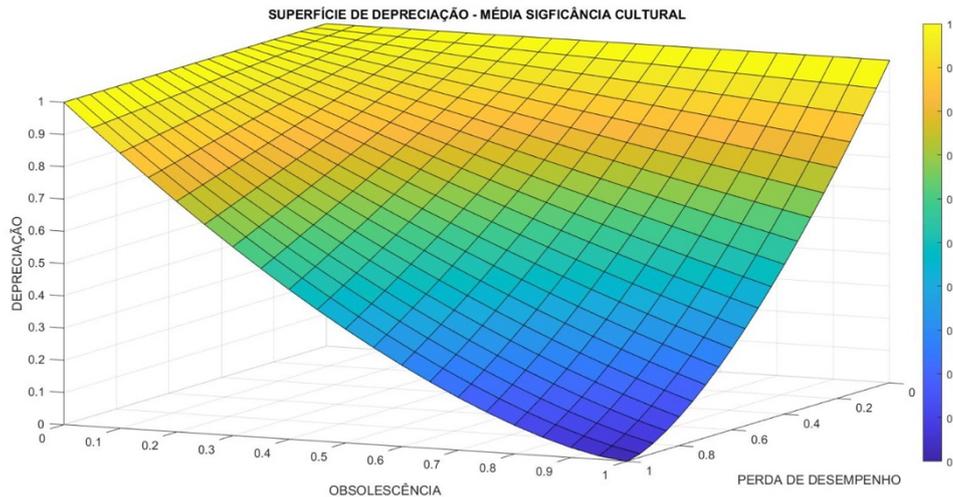


Figura 99 – Média significância cultural - curva de desempenho, obsolescência e depreciação.

No caso de imóveis com máxima significância cultural, o efeito proposto para o coeficiente de da depreciação ( $ki$ ) é linear, ou seja, sua depreciação será rápida pois trata-se de empreendimentos especiais, com técnicas construtivas e processo de manutenção diferenciados. Isso exige do gestor ações em prazos mais curtos pois representam patrimônios insubstituíveis. A Figura 100

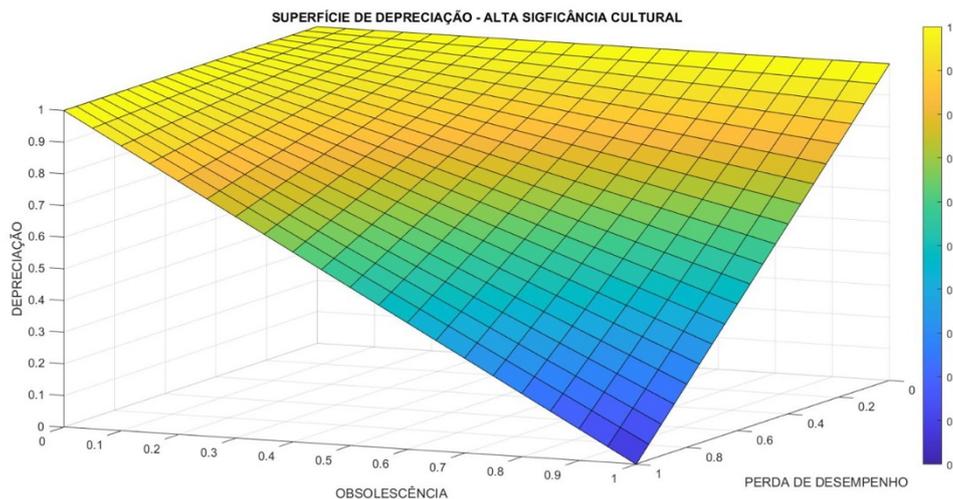


Figura 100 – Alta significância cultural - curva de desempenho, obsolescência e depreciação.

Existem limites conceituais para aplicação do método da avaliação e certificação. Como trata-se de um conjunto de procedimentos quantificar os mecanismos do ciclo de vida do imóvel requer, por hipótese, estabelecer a correlação entre o modelo matemático e o empreendimento físico. Para auxiliar nessa análise, reapresenta-se a Tabela 34 com os limites pressupostos para calibrar o técnico que fará a vistoria e análise dos dados.

O conceito básico desta tese é a aplicação de uma metodologia que justifique a continuidade do bem e possibilite ações que garantam rastreabilidade nas decisões dos investidores. Afinal, para análise do valor de um patrimônio, vale mais o tempo de uso ou o estado de conservação?

Tabela 34 - Limite dos coeficientes - Matriz de decisões.

AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE DEPRECIÇÃO VIA ROSS - PP	<i>limites da Degradação (ID)</i> [ 1,00=Sem degradação visível 0,00=Completamente degradado	CERTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO
	<i>limites do Desempenho (D)</i> [ 1,00=Máximo Desempenho 0,00=Não há aparência, funcionalidade e segurança	
	<i>limites da Obsolescência (F<sub>obs</sub>)</i> [ 1,00=Sem obsolescência 0,00=Completamente obsoleto	GESTÃO DO EMPREENDIMENTO
	<i>limites da Significância Cultural (I<sub>sc</sub>)</i> [ 1,00=Maxima Significância cultural 0,00=Sem Significância cultural	
	<i>limites do coeficiente de Depreciação (k<sub>i</sub>)</i> [ 1,00= Sem valor no mercado 0,00= Máximo valor do mercado	

Como demonstrado, as equações atendem às inspeções globais, ou às inspeções especializadas, porque conseguem conferir desde de sistemas e elementos isolados a análise global do empreendimento. Ratificamos os casos de patrimônio cultural devem atende a análises separadas, como já apresentado.

Para explicação do modelo numérico, um imóvel denominado “teste” será utilizado para demonstrar a relação de causa e efeito entre o conjunto de equações propostas as decisões que podem auxiliar no processo de análise. É importante ressaltar que o método sempre inicia na análise da degradação, pois este é o principal parâmetro para atrair aportes financeiros em manutenção, reabilitação ou mesmo restauro do ambiente construído.

### 3.6.1. IMÓVEL TESTE

Relembrando que esta amostra é uma edificação que por hipótese possui 5 níveis de pisos internos, edificada em 1960, na qual foram analisados sistema estrutural, sistema de vedações verticais internas e externas (SVVIE) e sistemas de redes com o grupo que contém as partes hidrossanitárias (IHD), elétricas (IEL) e o ar condicionado (ARC), e o sistema denominado “outros” com os elementos de acessibilidade e paisagismo.

Para demonstração dos processos de coleta de informações, o elemento ar condicionado, no estado de conservação, foi caracterizado como “OB”, sugerindo que é

um sistema obrigatório. A acessibilidade recebeu, também, a anotação “SO” (sem observação), porque o item não existe, mas não impacta no uso do patrimônio. Os sistemas de esquadrias internas e paisagismo possuem indicadores de significância cultural.

Recuperando a memória de cálculo dos mecanismos analisados temos os valores da Tabela 54.

Tabela 54 – Valor dos mecanismos de obsolescência, degradação e desempenho - imóvel teste.

ITEM	COD	Reforma	Heidecke (C)	Registros da documentação			DEGRADAÇÃO			DESEMPENHO INTERMEDIÁRIO			OBSOLESCÊNCIA		Isc
				Vup	Pat. Cultural	EI	GUTc	NEN2767	GADH	GUTc	NEN2767	GADH	Fobs	Gestão da Obsolescência	
1.0	EST						0,27	0,25	0,23	0,35	0,36	0,37	1,00		
1.01	VIG		C	Curta		12,25%	0,32	0,33	0,23	0,32	0,32	0,37	1,00	Não tem obsolescência	0,00
1.02	PIL		D	Normal		22,75%	0,22	0,17	0,23	0,39	0,46	0,37	1,00	Não tem obsolescência	0,00
2.0	SVVIE						0,47	0,34	0,65	0,29	0,32	0,24	0,67		
2.01	IMP	2011	I	Média		8,80%	0,87	0,67	0,65	0,07	0,23	0,24	1,00	Não tem obsolescência	0,00
2.02	VED		E	Longa		5,50%	0,33	0,17	0,65	0,32	0,46	0,24	1,00	Não tem obsolescência	0,00
2.03	ESQ		D	Curta	sim	7,00%	0,22	0,17	0,65	0,39	0,46	0,24	0,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,00
3.0	REDES						0,40	0,33	0,26	0,30	0,32	0,35	0,89		
3.01	IHD		I	Normal		7,50%	0,93	0,83	0,39	0,03	0,10	0,30	1,00	Não tem obsolescência	0,00
3.02	IEL		C	Normal		10,50%	0,27	0,17	0,39	0,34	0,46	0,30	1,00	Não tem obsolescência	0,00
3.03	ARC		OB	Curta		12,00%							0,67	Acompanhar o desempenho	
4.0	OUTROS						0,43	0,34	0,05	0,30	0,32	0,78	0,00		
4.01	ACE		SO	Média		3,90%									
4.02	PAI		I	Curta	sim	9,80%	0,87	0,67	0,10	0,07	0,23	0,62	0,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,00
							ID=0,40	ID=0,32	ID=0,33	DI=0,30	DI=0,32	DI=0,32	Fobs=0,69		Isc=0,29

Aplicando a equação (17), pode-se calcular o coeficiente de depreciação dos sistemas (ki), obtendo os valores comparativos de acordo com cada um dos métodos utilizados no indicador de degradação de acordo com a equação de Ross-PP. Pode-se analisar o novo método com os valores do método de Ross-Heidecke na Tabela 55.

Tabela 55 – Análise Comparativa Ross-PP x Ross Heidecke - imóvel teste.

ITEM	COD	DEPRECIÇÃO (BASE - GUTc)						DEPRECIÇÃO (BASE - NEN2767)						DEPRECIÇÃO (BASE - GADH)						DEPRECIÇÃO (ROSS HEIDECHE)								
		Fobs	Isc	D	ki	Ei (%)	ki*Ei	Fobs	Isc	D	ki	Ei (%)	ki*Ei	Fobs	Isc	D	ki	Ei (%)	ki*Ei	ni	xi	xi/ni	C	Ei	α	ki (%)	ki*Ei	
1.0	EST																											
1.01	VIG	1,00	0,00	0,32	0,46	0,12	0,06	1,00	0,00	0,32	0,47	0,12	0,06	1,00	0,00	0,37	0,39	0,12	0,05	10,00	61,00	1,00	0,03	0,12	1,00	1,00	0,12	
1.02	PIL	1,00	0,00	0,39	0,37	0,23	0,08	1,00	0,00	0,46	0,30	0,23	0,07	1,00	0,00	0,37	0,39	0,23	0,09	50,00	61,00	1,00	0,08	0,23	1,00	1,00	0,23	
2.0	SVVIE																											
2.01	IMP	1,00	0,00	0,07	0,86	0,09	0,08	1,00	0,00	0,23	0,60	0,09	0,05	1,00	0,00	0,24	0,58	0,09	0,05	25,00	12,00	0,48	1,00	0,09	0,36	1,00	0,09	
2.02	VED	1,00	0,00	0,32	0,47	0,06	0,03	1,00	0,00	0,46	0,30	0,06	0,02	1,00	0,00	0,24	0,58	0,06	0,03	100,00	61,00	0,61	0,18	0,06	0,49	0,58	0,03	
2.03	ESQ	0,00	0,00	0,39	1,00	0,07	0,07	0,00	0,00	0,46	1,00	0,07	0,07	0,00	0,00	0,24	1,00	0,07	0,07	10,00	61,00	1,00	0,08	0,07	1,00	1,00	0,07	
3.0	REDES																											
3.01	IHD	1,00	0,00	0,03	0,95	0,08	0,07	1,00	0,00	0,10	0,80	0,08	0,06	1,00	0,00	0,30	0,48	0,08	0,04	50,00	61,00	1,00	1,00	0,08	1,00	1,00	0,08	
3.02	IEL	1,00	0,00	0,34	0,43	0,11	0,05	1,00	0,00	0,46	0,30	0,11	0,03	1,00	0,00	0,30	0,48	0,11	0,05	50,00	61,00	1,00	0,03	0,11	1,00	1,00	0,11	
3.03	ARC			0,00	1,00	0,12	0,12			0,00	1,00	0,12	0,12			0,00	1,00	0,12	0,12							0,00	0,00	
4.0	OUTROS																											
4.01	ACE			1,00	1,00	0,04	0,04			1,00	1,00	0,04	0,04			1,00	1,00	0,04	0,04							0,00	0,00	
4.02	PAI	0,00	0,00	0,07	1,00	0,10	0,10	0,00	0,00	0,23	1,00	0,10	0,10	0,00	0,00	0,62	1,00	0,10	0,10	10,00	61,00	1,00	1,00	0,10	1,00	1,00	0,10	
		Kg_GUTc 68,49%						Kg_NEN2767 61,13%						Kg_GADH 63,45%						Kg_RH 81,81%								

Não foi desconsiderado o estado de conservação como uma variável importante, simplesmente foi reprogramado a forma de análise dando maior importância o desempenho. No sistema de ar condicionado, por exemplo, foi indicado como obrigatório cadastrado mas como está ausente, obteve o desempenho zero, consequentemente levando o coeficiente de depreciação deste sistema ao valor máximo. Já o caso da acessibilidade o valor está como novo, sem depreciação.

Aplicando o método Ross-PP, o valor da depreciação global variou de  $K_{G(NEN2767)} = 61,13\%$  a  $K_{G(GUT)} = 68,49\%$ , o que apresenta a variação de 7,0 %, dispersão aceitável em face de variáveis intrínsecas aos modelos probabilísticos, como se observa na Figura 101. Comparativamente será adotada a média dos resultados do método nesta tese para concluir que  $K_{G(Ross-PP)} = 64,36\%$ .

De qualquer forma, o método de Ross-Heidecke além de não considerar itens obrigatórios e sistemas com acervo cultural, atingiu um valor de 17,45% acima do método desenvolvido nesta pesquisa. Esta é uma diferença significativa quando pensamos no valor de um patrimônio, simplesmente pelo fato aplicar índices que não possam ser aferidos ou processos que não clarifiquem a tomada de decisão.

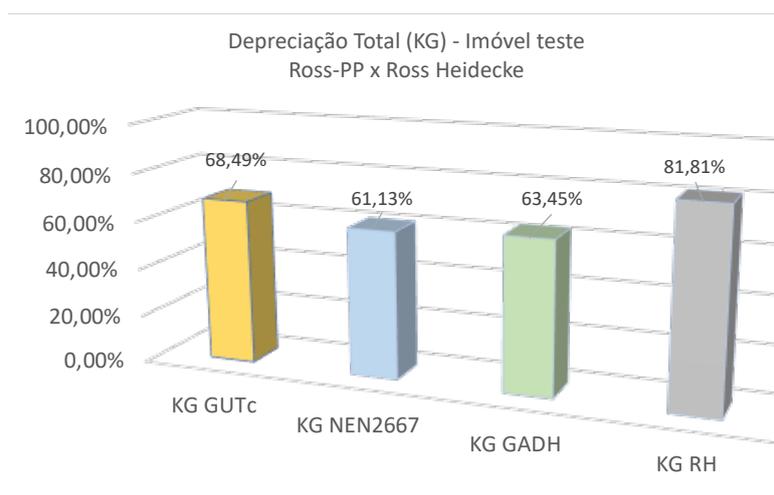


Figura 101 – Comparativo entre o método Ross-PP e Ross Heidecke.

Como trata-se de um imóvel teste somente para apresentar o modelo numérico é perceptível a capacidade de explicação do coeficiente de depreciação global proposto no método Ross-PP.

Este é o segundo objetivo desta pesquisa demonstrando que pode ser aplicado com maior segurança que o método de Ross-Heidecke. Mais detalhes e análises de fatos reais serão apresentados em imóveis escolar e comercial.

### 3.6.2. IMÓVEL ESCOLAR

Apesar das alterações para a adapta-se ao crescimento da região, o Centro de Ensino Fundamental da Metropolitana a parte representativa do patrimônio cultural está com baixo desempenho e manifestações patológicas em quase todos seus sistemas construtivos.

Será demonstrado que o método Ross-PP, além de reconhecer o valor do patrimônio cultural, permite dimensionar a depreciação de sistemas como paisagismo, acessibilidade, jardins e outras benfeitorias que compõem o conjunto arquitetônico e venal do empreendimento.

Recuperando as análises referentes aos mecanismos de degradação, desempenho e obsolescência pode-se agrupar todos os resultados na Tabela 56.

Tabela 56 - Dados da obsolescência, degradação e desempenho - imóvel escolar.

ITEM	COD	Reforma	Heidecke (C)	DEGRADAÇÃO			DESEMPENHO ESPECIAL			OBSOLESCÊNCIA		Isc
				GUTc	NEN2767	GADH	GUTc	NEN2767	GADH	Fobs	Gestão da Obsolescência	
1.0	COB			0,43	0,38	0,47	0,47	0,48	0,46	1,00		
1.01	EST		D	0,18	0,17	0,47	0,59	0,60	0,46	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,19
1.02	CAL		D	0,18	0,17	0,47	0,59	0,60	0,46	1,00	Não tem obsolescência	
1.03	TEL		D	0,18	0,17	0,47	0,59	0,60	0,46	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,14
1.04	SPD		I	0,93	0,83	0,47	0,07	0,19	0,46	1,00	Não tem obsolescência	
1.05	RES		I	1,00	1,00	0,47	0,00	0,00	0,46	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,14
1.06	JUN		E	0,30	0,17	0,47	0,51	0,60	0,46	1,00	Não tem obsolescência	
1.07	IMP		D	0,27	0,17	0,47	0,52	0,60	0,46	1,00	Não tem obsolescência	
2.0	SVVIE			0,35	0,29	0,29	0,49	0,51	0,51	1,00		0,59
2.01	PIN	21	A	0,17	0,17	0,29	0,61	0,60	0,51	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,10
2.02	ALV		I	0,77	0,50	0,29	0,26	0,45	0,51	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,12
2.03	ESQ		F	0,47	0,33	0,29	0,46	0,49	0,51	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,12
2.04	REV		B	0,17	0,17	0,29	0,60	0,60	0,51	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,20
2.05	SIN		B	0,17	0,17	0,29	0,60	0,60	0,51	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,12
2.06	ALV		E	0,43	0,50	0,29	0,47	0,45	0,51	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,20
2.07	FOR		G	0,31	0,17	0,29	0,50	0,60	0,51	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,82
3.00	HID			0,64	0,63	0,65	0,38	0,38	0,37	1,00		
3.01	COM		I	0,93	0,83	0,65	0,07	0,19	0,37	1,00	Não tem obsolescência	
3.02	ACA		B	0,20	0,17	0,65	0,57	0,60	0,37	1,00	Não tem obsolescência	
3.03	TUB		B	0,28	0,33	0,65	0,51	0,49	0,37	1,00	Não tem obsolescência	
3.04	CI		H	0,76	0,83	0,65	0,27	0,19	0,37	1,00	Não tem obsolescência	
3.05	CG-		I	1,00	1,00	0,65	0,00	0,00	0,37	1,00	Não tem obsolescência	
4.00	ELE			0,38	0,38	0,12	0,48	0,48	0,67	1,00		
4.01	QGBT	21	A	0,17	0,17	0,12	0,61	0,60	0,67	1,00	Não tem obsolescência	
4.02	QD	21	A	0,17	0,17	0,12	0,61	0,60	0,67	1,00	Não tem obsolescência	
4.03	CR		B	0,20	0,17	0,12	0,57	0,60	0,67	1,00	Não tem obsolescência	
4.04	ATE		I	1,00	1,00	0,12	0,00	0,00	0,67	1,00	Não tem obsolescência	
5.00	PISO			0,28	0,27	0,21	0,51	0,52	0,56	1,00		0,29
5.01	ADESC		C	0,32	0,33	0,21	0,50	0,49	0,56	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,07
5.02	ACOB		C	0,32	0,33	0,21	0,50	0,49	0,56	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,07
5.03	CAL		C	0,32	0,33	0,21	0,50	0,49	0,56	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,07
5.04	CON		C	0,27	0,17	0,21	0,52	0,60	0,56	1,00	Não tem obsolescência	
5.05	RAM		B	0,17	0,17	0,21	0,60	0,60	0,56	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,07
6.00	EST			0,13	0,11	0,22	0,65	0,69	0,55	1,00		0,43
6.01	LAJ		SO							1,00	Não tem obsolescência	
6.02	VIG		B	0,20	0,17	0,33	0,57	0,60	0,49	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,21
6.03	PIL		B	0,20	0,17	0,33	0,57	0,60	0,49	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,21
7.00	PAIS			0,29	0,25	0,17	0,51	0,53	0,61	1,00		0,29
7.01	JAR		D	0,27	0,17	0,17	0,52	0,60	0,61	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,14
7.02	PAR		D	0,31	0,33	0,17	0,50	0,49	0,61	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,14
				ID = 0,38	ID = 0,35	ID = 0,34	De = 0,48	De = 0,49	De = 0,49	Fobs = 1,00		Isc = 0,47

O método de certificação e avaliação utiliza os valores que indicam os mecanismos de degradação (ID = 0,34) e desempenho (De = 0,49), considerando a análise

geral da escola. É previsível que haverá impactos desses índices no cálculo da depreciação do empreendimento, o que apresenta a Tabela 57.

Esta é a visão de todo o ciclo de vida do imóvel, rastreando causas e efeitos que justifiquem o a valorização ou desvalorização do habitat.

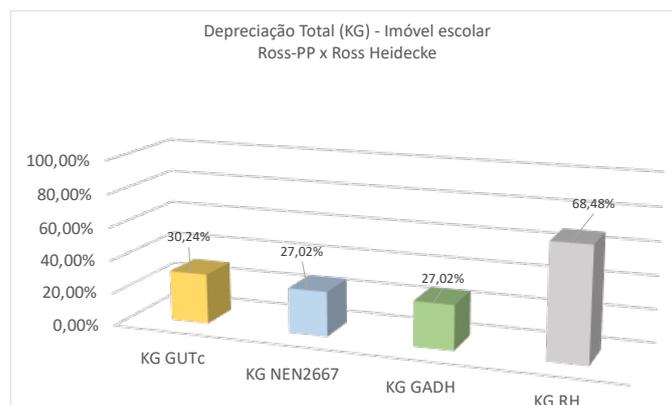
Tabela 57 - Análise Comparativa Ross-PP x Ross Heidecke - imóvel escolar.

ITEM	COD	DEPRECIÇÃO (BASE - GUTC)						DEPRECIÇÃO (BASE - NEN2767)						DEPRECIÇÃO (BASE - GADH)						DEPRECIÇÃO (ROSS HEIDECKE)							
		Fobs	Isc	D	ki (%)	Ei (%)	ki*Ei	Fobs	Isc	D	ki (%)	Ei (%)	ki*Ei	Fobs	Isc	D	ki (%)	Ei (%)	ki*Ei	ni	xi	xi/ni	C	Ei	α	ki(%)	ki*Ei
1.0	COB																										
1.01	EST	1,00	0,19	0,59	0,20	0,01	0,00	1,00	0,19	0,60	0,19	0,01	0,00	1,00	0,19	0,60	0,19	0,01	0,00	100,00	62,00	0,62	0,08	0,01	0,50	0,54	0,01
1.02	CAL	1,00	0,00	0,59	0,17	0,00	0,00	1,00	0,00	0,60	0,16	0,00	0,00	1,00	0,00	0,60	0,16	0,00	0,00	25,00	62,00	1,00	0,08	0,00	1,00	1,00	0,00
1.03	TEL	1,00	0,14	0,59	0,19	0,02	0,00	1,00	0,14	0,60	0,18	0,02	0,00	1,00	0,14	0,60	0,18	0,02	0,00	50,00	62,00	1,00	0,08	0,02	1,00	1,00	0,02
1.04	SPD	1,00	0,00	0,07	0,87	0,00	0,00	1,00	0,00	0,19	0,65	0,00	0,00	1,00	0,00	0,19	0,65	0,00	0,00	10,00	62,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00
1.05	RES	1,00	0,14	0,00	1,00	0,04	0,04	1,00	0,14	0,00	1,00	0,04	0,04	1,00	0,14	0,00	1,00	0,04	0,04	50,00	62,00	1,00	1,00	0,04	1,00	1,00	0,04
1.06	JUN	1,00	0,00	0,51	0,24	0,00	0,00	1,00	0,00	0,60	0,16	0,00	0,00	1,00	0,00	0,60	0,16	0,00	0,00	10,00	62,00	1,00	0,18	0,00	1,00	1,00	0,00
1.07	IMP	1,00	0,00	0,52	0,23	0,01	0,00	1,00	0,00	0,60	0,16	0,01	0,00	1,00	0,00	0,60	0,16	0,01	0,00	25,00	62,00	1,00	0,08	0,01	1,00	1,00	0,01
2.0	SVVIE																										
2.01	PIN	1,00	0,10	0,61	0,17	0,06	0,01	1,00	0,10	0,60	0,17	0,06	0,01	1,00	0,10	0,60	0,17	0,06	0,01	10,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
2.02	ALV	1,00	0,12	0,26	0,56	0,06	0,04	1,00	0,12	0,45	0,32	0,06	0,02	1,00	0,12	0,45	0,32	0,06	0,02	50,00	62,00	1,00	1,00	0,06	1,00	1,00	0,06
2.03	ESQ	1,00	0,12	0,46	0,31	0,08	0,02	1,00	0,12	0,49	0,28	0,08	0,02	1,00	0,12	0,49	0,28	0,08	0,02	25,00	62,00	1,00	0,33	0,08	1,00	1,00	0,08
2.04	REV	1,00	0,20	0,60	0,19	0,10	0,02	1,00	0,20	0,60	0,19	0,10	0,02	1,00	0,20	0,60	0,19	0,10	0,02	25,00	62,00	1,00	0,00	0,10	1,00	1,00	0,10
2.05	SIN	1,00	0,12	0,60	0,17	0,02	0,00	1,00	0,12	0,60	0,18	0,02	0,00	1,00	0,12	0,60	0,18	0,02	0,00	10,00	62,00	1,00	0,00	0,02	1,00	1,00	0,02
2.06	ALV	1,00	0,20	0,47	0,32	0,03	0,01	1,00	0,20	0,45	0,34	0,03	0,01	1,00	0,20	0,45	0,34	0,03	0,01	100,00	62,00	0,62	0,18	0,03	0,50	0,59	0,02
2.07	FOR	1,00	0,82	0,50	0,44	0,05	0,02	1,00	0,82	0,60	0,34	0,05	0,02	1,00	0,82	0,60	0,34	0,05	0,02	25,00	62,00	1,00	0,53	0,05	1,00	1,00	0,05
3.00	HID																										
3.01	COM	1,00	0,00	0,07	0,87	0,02	0,01	1,00	0,00	0,19	0,65	0,02	0,01	1,00	0,00	0,19	0,65	0,02	0,01	50,00	62,00	1,00	1,00	0,02	1,00	1,00	0,02
3.02	ACA	1,00	0,00	0,57	0,19	0,02	0,00	1,00	0,00	0,60	0,16	0,02	0,00	1,00	0,00	0,60	0,16	0,02	0,00	25,00	62,00	1,00	0,00	0,02	1,00	1,00	0,02
3.03	TUB	1,00	0,00	0,51	0,24	0,01	0,00	1,00	0,00	0,49	0,26	0,01	0,00	1,00	0,00	0,49	0,26	0,01	0,00	25,00	62,00	1,00	0,00	0,01	1,00	1,00	0,01
3.04	CI	1,00	0,00	0,27	0,53	0,02	0,01	1,00	0,00	0,19	0,65	0,02	0,01	1,00	0,00	0,19	0,65	0,02	0,01	25,00	62,00	1,00	0,75	0,02	1,00	1,00	0,02
3.05	CG	1,00	0,00	0,00	1,01	0,01	0,01	1,00	0,00	0,00	1,01	0,01	0,01	1,00	0,00	0,00	1,01	0,01	0,01	25,00	62,00	1,00	1,00	0,01	1,00	1,00	0,01
4.00	ELE																										
4.01	QGBT	1,00	0,00	0,61	0,16	0,03	0,00	1,00	0,00	0,60	0,16	0,03	0,00	1,00	0,00	0,60	0,16	0,03	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
4.02	GD	1,00	0,00	0,61	0,16	0,02	0,00	1,00	0,00	0,60	0,16	0,02	0,00	1,00	0,00	0,60	0,16	0,02	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
4.03	CIR	1,00	0,00	0,57	0,19	0,02	0,00	1,00	0,00	0,60	0,16	0,02	0,00	1,00	0,00	0,60	0,16	0,02	0,00	25,00	62,00	1,00	0,00	0,02	1,00	1,00	0,02
4.04	ATE	1,00	0,00	0,00	1,01	0,01	0,01	1,00	0,00	0,00	1,01	0,01	0,01	1,00	0,00	0,00	1,01	0,01	0,01	10,00	62,00	1,00	1,00	0,01	1,00	1,00	0,01
5.00	PISO																										
5.01	ADESC	1,00	0,07	0,50	0,27	0,03	0,01	1,00	0,07	0,49	0,27	0,03	0,01	1,00	0,07	0,49	0,27	0,03	0,01	25,00	62,00	1,00	0,03	0,03	1,00	1,00	0,03
5.02	ACOB	1,00	0,07	0,50	0,27	0,03	0,01	1,00	0,07	0,49	0,27	0,03	0,01	1,00	0,07	0,49	0,27	0,03	0,01	25,00	62,00	1,00	0,03	0,03	1,00	1,00	0,03
5.03	CAL	1,00	0,07	0,50	0,27	0,02	0,01	1,00	0,07	0,49	0,27	0,02	0,01	1,00	0,07	0,49	0,27	0,02	0,01	50,00	62,00	1,00	0,03	0,02	1,00	1,00	0,02
5.04	CON	1,00	0,00	0,52	0,23	0,01	0,00	1,00	0,00	0,60	0,16	0,01	0,00	1,00	0,00	0,60	0,16	0,01	0,00	25,00	62,00	1,00	0,03	0,01	1,00	1,00	0,01
5.05	RAM	1,00	0,07	0,60	0,17	0,02	0,00	1,00	0,07	0,60	0,17	0,02	0,00	1,00	0,07	0,60	0,17	0,02	0,00	100,00	62,00	0,62	0,00	0,02	0,50	0,50	0,01
6.00	EST																										
6.01	LAJ	1,00	0,00	1,00	0,00	0,08	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,08	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,08	0,00								
6.02	VIG	1,00	0,21	0,57	0,22	0,05	0,01	1,00	0,21	0,60	0,19	0,05	0,01	1,00	0,21	0,60	0,19	0,05	0,01	100,00	62,00	0,62	0,00	0,05	0,50	0,50	0,03
6.03	PIL	1,00	0,21	0,57	0,22	0,13	0,03	1,00	0,21	0,60	0,19	0,13	0,02	1,00	0,21	0,60	0,19	0,13	0,02	100,00	62,00	0,62	0,00	0,13	0,50	0,50	0,06
7.00	PAIS																										
7.01	JAR	1,00	0,14	0,52	0,26	0,01	0,00	1,00	0,14	0,60	0,18	0,01	0,00	1,00	0,14	0,60	0,18	0,01	0,00								
7.02	PAR	1,00	0,14	0,50	0,27	0,01	0,00	1,00	0,14	0,49	0,28	0,01	0,00	1,00	0,14	0,49	0,28	0,01	0,00								
		<b>K<sub>G GUTC</sub> 30,24%</b>						<b>K<sub>G NEN2767</sub> 27,02%</b>						<b>K<sub>G GADH</sub> 27,02%</b>						<b>K<sub>G R</sub> 68,48%</b>							

O valor variou de  $K_{G(GADH)} = 27,02\%$  a  $K_{G(NEN2767)} = 30,24\%$ , devido ao indicador de degradação. Mesmo assim, comparando com o valor obtido pelo método de Ross-Heidecke ( $K_G = 68,48\%$ ), diferença de 38,24% entre os indicadores. Percebe-se novamente que há ganho no valor final do imóvel, reconhecendo que não está tão depreciado e ainda pode ser reutilizado por causa do desempenho existente em alguns sistemas construtivos. No caso específico desta escola, deve-se propor restauro, pois há significância cultural reconhecida.

De forma gráfica, a Figura 102 apresenta os valores comparativos da depreciação global calculada pelo método Ross-PP e pelo método de Ross-Heidecke.

Figura 102 – Comparativo entre o método Ross-PP e Ross Heidecke – imóvel escolar.



No caso do imóvel escolar, a média da depreciação obtida no método de certificação e avaliação é de  $K_G = 28,09\%$ , ou seja, 40,39% abaixo do valor calculado pelo método de Ross-Heidecke. A memória de cálculo e os dados apresentados indicam que o método Ross-PP é promissor quando a decisão é proteger as cidades e manter o patrimônio edificado.

### 3.6.3. IMÓVEL COMERCIAL

Imóvel comercial é um ponto de venda para produtos postais, instalado em região urbana e com pavimento único, um modelo de edificação replicado mais de dezesseis vezes como arquitetura modernista, símbolo da nova Capital. A Tabela 58 apresenta de forma concatenada o dados obtidos até o momento pelo método de certificação e avaliação do imóvel.

Tabela 58 - Dados da degradação, desempenho, obsolescência e significância cultural- imóvel comercial.

ITEM	COD	Reforma	Registros da documentação			DEGRADAÇÃO			DESEMPENHO INTERMEDIÁRIO			OBOLESCÊNCIA		Isc
			Vup	Pat. Cultural	Ei	GUTc	NEN2767	GADH	GUTc	NEN2767	GADH	Fobs	Gestão da Obsolescência	
1.01	EST		Longa		25,00%	0,17	0,17	0,40	0,46	0,46	0,30	1,00	Não tem obsolescência	0,00
1.02	ALV		Normal		7,00%	0,24	0,17	0,40	0,37	0,46	0,30	1,00	Não tem obsolescência	0,00
1.03	REV		Curta		12,00%	0,24	0,17	0,40	0,37	0,46	0,30	1,00	Não tem obsolescência	0,00
1.04	PIN		Curta		8,00%	0,31	0,33	0,40	0,33	0,32	0,30	1,00	Não tem obsolescência	0,00
1.05	PIS		Normal		10,00%	0,38	0,50	0,40	0,31	0,29	0,30	1,00	Não tem obsolescência	0,00
1.06	COB		Normal		9,00%	0,18	0,17	0,40	0,44	0,46	0,30	1,00	Não tem obsolescência	0,00
1.07	FOR		Curta		8,00%	0,43	0,50	0,40	0,30	0,29	0,30	1,00	Não tem obsolescência	0,00
1.08	ESQ		Normal		4,00%	0,39	0,67	0,40	0,30	0,23	0,30	1,00	Não tem obsolescência	0,00
1.09	HID		Normal		7,00%	0,67	0,83	0,40	0,23	0,10	0,30	1,00	Não tem obsolescência	0,00
1.10	ELE		Normal		8,00%	0,28	0,33	0,40	0,34	0,32	0,30	1,00	Não tem obsolescência	0,00
1.11	AR		Normal		2,00%	0,38	0,50	0,40	0,31	0,29	0,30	0,33	Preparar substituição	0,00
						<b>ID = 0,33</b>	<b>ID = 0,39</b>	<b>ID = 0,40</b>	<b>Di = 0,32</b>	<b>Di = 0,30</b>	<b>Di = 0,30</b>	<b>Fobs = 0,94</b>		<b>Isc = 0,00</b>

A recebendo certificação de desempenho intermediário classe “E”, indicando que há danos significativos, sugerindo que investimento em reformas ultrapassem 50% do

valor total das benfeitorias. A Tabela 59 apresenta o valor comparativo do coeficiente de depreciação aplicando o método Ross-PP e o método Ross-Heidecke.

Tabela 59 - Análise Comparativa Ross-PP x Ross Heidecke - imóvel comercial.

ITEM	COD	DEPRECIÇÃO (BASE - GUTC)						DEPRECIÇÃO (BASE - NEN2767)						DEPRECIÇÃO (BASE - GADH)						DEPRECIÇÃO (ROSS HEIDECKE)							
		Fobs	Isc	D	ki (%)	Ei (%)	ki*Ei	Fobs	Isc	D	ki (%)	Ei (%)	ki*Ei	Fobs	Isc	D	ki (%)	Ei (%)	ki*Ei	ni	xi	xi/ni	C	Ei	α	ki (%)	ki*Ei
1.01	EST	1,00	0,00	0,46	0,29	0,25	0,07	1,00	0,00	0,46	0,30	0,25	0,07	1,00	0,00	0,30	0,49	0,25	0,12	100,00	52,00	0,52	0,00	0,25	0,40	0,40	0,10
1.02	ALV	1,00	0,00	0,37	0,40	0,07	0,03	1,00	0,00	0,46	0,30	0,07	0,02	1,00	0,00	0,30	0,49	0,07	0,03	50,00	52,00	1,00	0,03	0,07	1,00	1,00	0,07
1.03	REV	1,00	0,00	0,37	0,40	0,12	0,05	1,00	0,00	0,46	0,30	0,12	0,04	1,00	0,00	0,30	0,49	0,12	0,06	10,00	52,00	1,00	0,03	0,12	1,00	1,00	0,12
1.04	PIN	1,00	0,00	0,33	0,45	0,08	0,04	1,00	0,00	0,32	0,47	0,08	0,04	1,00	0,00	0,30	0,49	0,08	0,04	10,00	52,00	1,00	0,08	0,08	1,00	1,00	0,08
1.05	PIS	1,00	0,00	0,31	0,48	0,10	0,05	1,00	0,00	0,29	0,50	0,10	0,05	1,00	0,00	0,30	0,49	0,10	0,05	50,00	52,00	1,00	0,08	0,10	1,00	1,00	0,10
1.06	COB	1,00	0,00	0,44	0,31	0,09	0,03	1,00	0,00	0,46	0,30	0,09	0,03	1,00	0,00	0,30	0,49	0,09	0,04	50,00	52,00	1,00	0,08	0,09	1,00	1,00	0,09
1.07	FOR	1,00	0,00	0,30	0,49	0,08	0,04	1,00	0,00	0,29	0,50	0,08	0,04	1,00	0,00	0,30	0,49	0,08	0,04	10,00	52,00	1,00	0,18	0,08	1,00	1,00	0,08
1.08	ESQ	1,00	0,00	0,30	0,48	0,04	0,02	1,00	0,00	0,23	0,60	0,04	0,02	1,00	0,00	0,30	0,49	0,04	0,02	50,00	52,00	1,00	0,03	0,04	1,00	1,00	0,04
1.09	HID	1,00	0,00	0,23	0,60	0,07	0,04	1,00	0,00	0,10	0,80	0,07	0,06	1,00	0,00	0,30	0,49	0,07	0,03	50,00	52,00	1,00	0,33	0,07	1,00	1,00	0,07
1.10	ELE	1,00	0,00	0,34	0,44	0,08	0,04	1,00	0,00	0,32	0,47	0,08	0,04	1,00	0,00	0,30	0,49	0,08	0,04	50,00	52,00	1,00	0,00	0,08	1,00	1,00	0,08
1.11	AR	0,33	0,00	0,31	0,81	0,02	0,02	0,33	0,00	0,29	0,82	0,02	0,02	0,33	0,00	0,30	0,81	0,02	0,02	50,00	52,00	1,00	0,08	0,02	1,00	1,00	0,02
		<b>K<sub>G</sub> GUTc 41,22%</b>						<b>K<sub>G</sub> NEN2767 41,82%</b>						<b>K<sub>G</sub> GADH 49,22%</b>						<b>K<sub>G</sub> RH 84,93%</b>							

O valor médio do coeficiente de depreciação, calculado pelo método da certificação e avaliação, obteve valor médio  $K_{GRoss-PP} = 44,09\%$ , indicador bem menor que os obtidos no método Ross-Heidecke (84,93%). A diferença corresponde a quase 51,91% entre os dois métodos. De forma gráfica, a Figura 103 demonstra a análise comparativa entre os valores obtidos.

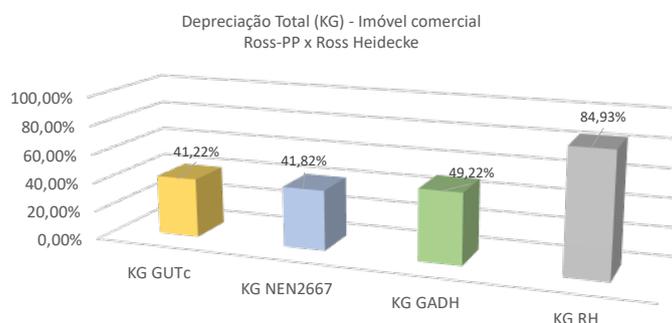


Figura 103 – Comparativo entre o método Ross-PP e Ross Heidecke – imóvel escolar.

As análises numéricas demonstraram a confiabilidade do modelo multiparâmetro proposto nesta pesquisa. Foi possível quantificar variáveis importantes como os mecanismos como a degradação, obsolescência, desempenho e depreciação, presentes no ciclo de vida dos empreendimentos.

As inspeções visuais e o processo de coleta de dados com variáveis qualitativas apresentaram dispersões aceitáveis aos modelos probabilísticos.

Afinal, a Tríade Vitruviana estava correta e, para comprovar isto, serão apresentados mais quatro imóveis com características importantes, cada um em sua área. Para isso, inspeções especializadas foram realizadas avaliando itens de patrimônio cultural, obras de arte, obsolescência, degradação e desempenho.

Para preservar as amostras e o acervo patrimonial, os gestores solicitaram que não fossem divulgados os coeficientes de depreciação dos sistemas ou globais. Todos os outros mecanismos serão demonstrados.

#### 4. CERTIFICAÇÃO DE EDIFICAÇÕES – COM BASE EM DEGRADAÇÃO E DESEMPENHO

Com objetivo orientar os gestores e outros pesquisadores da área, neste capítulo será demonstrado casos de aplicação do método de certificação do ambiente construído em quatro inspeções especializadas, todas em condições peculiares. Dois casos de inspeção especializada no sistema estrutural, sendo o primeiro edificado em madeira e o segundo em concreto armado convencional, ambos símbolos do acervo arquitetônico e cultural de Brasília.

Os outros dois casos de inspeção especializada apresentados referem-se a patrimônios culturais nos quais serão aplicados os conceitos e análises para apoio na gestão desse importante habitat. Para obter informações coesas e estruturadas, conforme a Figura 104, elaborou-se os dez passos que devem ser seguidos em todas as inspeções de campo. Somente após os dez passos estarem certificados é que o método de certificação e avaliação poderá ser aplicado.



Figura 104 - Dez passos para inspeção.

Os passos 1, 2, 5 e 9 são primordiais na coleta de dados primários, pois possibilitam a aferição dos cálculos, ou a rastreabilidade das decisões adotadas. Grande parte dos relatórios analisados pela equipe do LabRAC foram invalidados, principalmente, por falhas nos registros fotográficos, padrões de cadastro dos danos e estado de conservação.

Por tratar-se de inspeção especializada, o método de certificação e avaliação será aplicado até as etapas para cálculo da degradação, desempenho e a obsolescência. Não há de se propor depreciação, uma vez que as quatro inspeções especializadas não entrarão no mercado imobiliário ou em transações comerciais.

#### **4.1. INSPEÇÕES ESPECIALIZADAS EM ESTRUTURAS**

Para aprofundar no diagnóstico de manifestações patológicas e análise das condições técnicas, de uso, operação, manutenção e funcionalidade de um sistema deve-se lançar mão de inspeções especializadas.

##### **4.1.1. SANTUÁRIO DOM BOSCO**

Entre os grandes edifícios culturais de Brasília, o Santuário Dom Bosco (SDB) é a referência em estrutura híbrida em concreto aparente e cobertura metálica, que se destaca na região da Asa Sul, área do Plano Piloto de Brasília. A arquitetura utiliza a estrutura como parte do conjunto estético, como pode ser visto na Figura 105, com métrica constante e seção de  $2,30 \times 0,30$  m, que saem da fundação, e projetam-se a 12,60 metros de altura, convertendo-se em arcos góticos como base para uma viga caixão na platibanda da fachada. É um detalhe arquitetônico que oferece esbelteza aos pórticos e leveza para o edifício.



Figura 105 - Vista do Santuário Dom Bosco.

Com o crescimento da cidade, a região do entorno do Santuário desenvolveu-se, como demonstra a sequência de imagens da Figura 106. Somado a isso, diversos fatores externos, como poluição, aumento de vibração na estrutura, provocado pelo tráfego de veículos nas vias próximas e, até mesmo vandalismo, passaram a influenciar a vida útil total prevista dos sistemas e, conseqüentemente, o desempenho do edifício.



Figura 106 - Vista do Santuário em 1970 e em 2022.

Fonte: Acervo do Santuário Dom Bosco.

Construído em 1970, com projeto do arquiteto Carlos Alberto Naves, teve como investidores a Congregação Salesiana em parceria com o governo federal. Os dados coletados durante vistoria deixaram evidentes a estrutura híbrida de concreto convencional aparente e os pórticos simétricos replicados nas quatro faces do santuário. A qualidade do concreto e das formas pode ser percebida no esmero acabamento do concreto aparente.

É perceptível o controle primoroso da fluidez do material e a qualidade das formas durante a concretagem. O conjunto de imagens da **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostram partes dos detalhes construtivos dos pilares e arcos de concreto, já com os nichos para posicionamento das treliças metálicas da cobertura.



Figura 107 - Detalhes da construção do Pilares e instalação das treliças do telhado.

Fonte: Acervo do Santuário Dom Bosco.

Para compreensão dos esforços e a interferência no conjunto arquitetônico, o modelo digital foi montado, com detalhes que podem ser vistos no grupo de imagens da Figura 108. A inspeção registrou as manifestações patológicas e os danos visíveis no sistema estrutural.

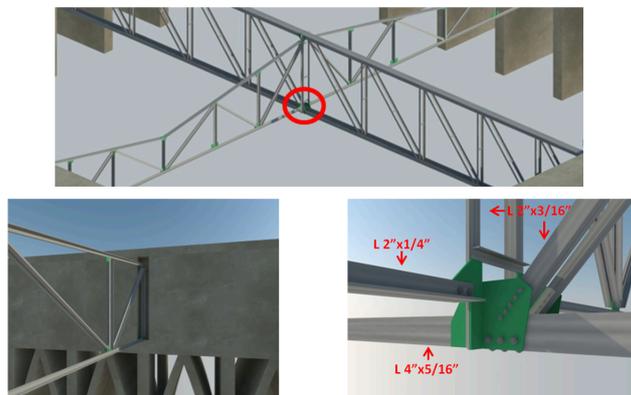


Figura 108 - Ligações parafusadas - Modelo virtual.

Sem um plano gestor para manutenção definido e com contribuições voluntárias de fiéis e visitantes, atraídos pelo turismo religioso, as manutenções limitam-se a troca de lâmpadas e a preservação dos jardins. Nos últimos dez anos, segundo informações dos gestores, ocorreram a pintura do concreto das fachadas e a reforma do subsolo, para receber as relíquias sagradas de São João Belchior Bosco.

O principal fato motivador para seleção do imóvel para esta pesquisa foi entender como uma edificação sem investimento recorrente em manutenção se manteve em tão bom estado. Foram descartados os fatores de obsolescência, pois os materiais básicos que compõem o sistema estrutural continuam a ser produzidos.

#### 4.1.1.1. INSPEÇÃO – DOM BOSCO

Os projetos originais não foram encontrados, o que levou a equipe de vistoria a realizar o levantamento volumétrico e de detalhes construtivos, como demonstrado. A fachada do habitat é composta por uma sequência de pilares, que se repetem. Durante a vistoria e a análise da estrutura, lançou-se o modelo apresentado na Figura 109. Percebeu-se, então, que parte dos elementos estruturais integravam a resistência do pórtico central, e outro grupo fazia somente da composição arquitetônica.

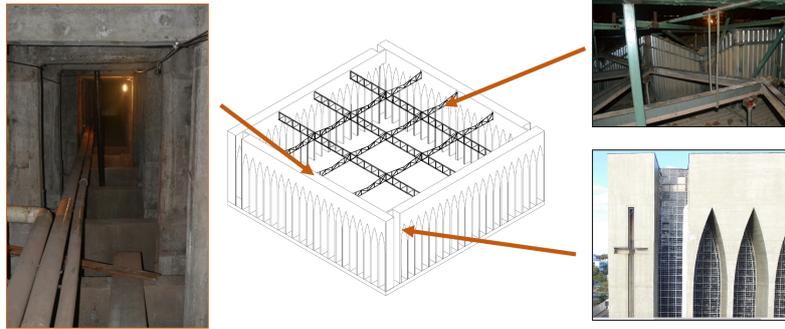


Figura 109. Modelo estrutural do SDB.

Os dados de campo indicaram poucos danos ao sistema estrutural, conforme os registros fotográficos e as anotações demonstrados na Figura 110.

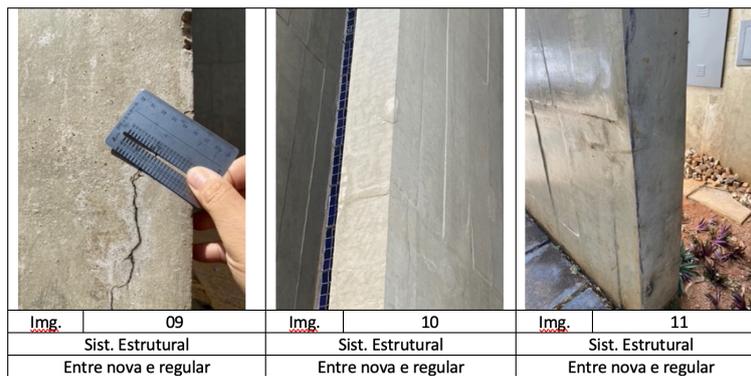


Figura 110 . Fissuras na base e corpo do pila da estrutura de concreto híbrida - Fachada Norte.

Devido à importância da obra em análise, um mapa de danos foi elaborado com apoio de drones, descrevendo as principais manifestações patológicas encontradas na estrutura de concreto aparente, como está no croqui da Figura 111. Os registros serviram para calcular o indicador de degradação com o método parametrizado da NEN2767 do sistema de estrutura híbrida.

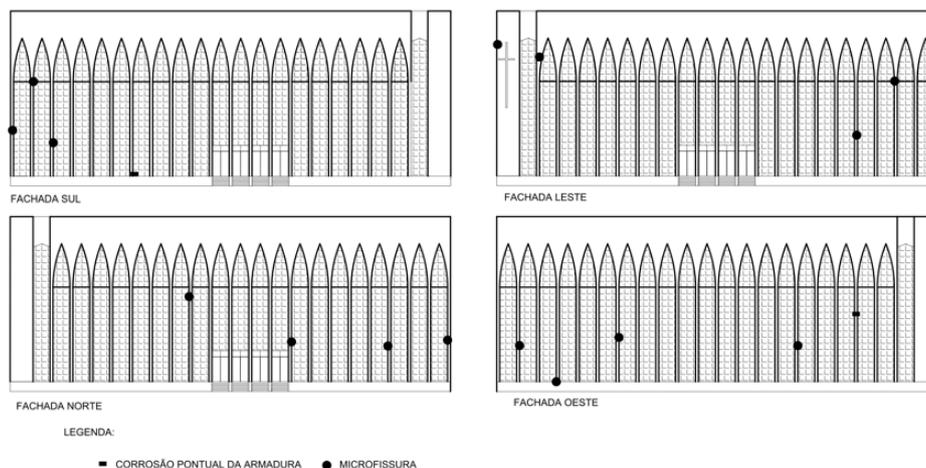


Figura 111. Mapa de danos - microfissuras e corrosão de armadura.

Percebe-se que há poucas trincas e fissuras nos elementos de concreto, apesar do baixo investimento em manutenção da estrutura. A robustez das peças e a qualidade dos materiais aplicados nas formas e no traço de concreto foram investimentos seguros, pois ampliaram a vida útil do Santuário.

#### 4.1.1.2. PROCESSAMENTOS DOS DADOS - SANTUÁRIO DOM BOSCO

A Tabela 60 apresenta de forma consolidada os dados coletados pelos técnicos inspetores durante a análise documentos e a vistoria realizada no Santuário Dom Bosco.

Tabela 60 - Dados da inspeção - Santuário Dom Bosco.

Tipologia		PATRIMÔNIO HISTÓRICO		Ano de Construção		21/04/60	
Número de Pavimentos		2		Data da Inspeção		27/08/21	
Local		ASA SUL		Vistoriado		LabRAC	
ITEM	LOCAL	Estado de Conservação	NEM 2767				
			Def	Int	Ext		
<b>1.0 ESTRUTURA CONCRETO</b>							
1.01	Laje						
1.02	Vigas	A	Leve	Baixa	3%		
1.03	Pilares Principais	A	Leve	Baixa	5%		
1.04	Pilares Secundários	B	Leve	Média	4%		
<b>2.0 ESTRUTURA METÁLICA</b>							
2.01	Banzo Inferior	C	Leve	Alta	10%		
2.02	Banzo Superior	B	Leve	Média	25%		
2.03	Diagonais	C	Leve	Alta	14%		
2.04	Montante	B	Leve	Leve	12%		
2.05	Ligações	B	Leve	Leve	12%		
2.06	Cabos de Aço	C	Leve	Leve	5%		

O conjunto arquitetônico é representativo para o turismo de Brasília nos contextos cultural e religioso, atraindo fiéis brasileiros e de diversas nacionalidades. O indicador de Significância Cultural (Isc), apresentado na Tabela 70, foi calculado com apoio de pesquisadores de arquitetura e de restauração.

Tabela 61 - Indicador de Significância Cultural - Santuário Dom Bosco.

ITEM	LOCAL	Pat. Cultural	Valores							Avaliado	Máximo	
			Uso	Econômico	Histórico	Artístico	Cultural	Antiguidad	Simbólico			
<b>1.0 CONCRETO</b>											28	
1.01	Laje										0	
1.02	Vigas	SIM	x	x	x	x	x	x	x	x	7	
1.03	Pilares Principais	SIM	x	x	x	x	x	x	x	x	7	
1.04	Pilares Secundários	SIM	x	x	x	x	x	x	x	x	7	
<b>2.0 METÁLICA</b>											42	
2.01	Banzo Inferior										0	
2.02	Banzo Superior										0	
2.03	Diagonais										0	
2.04	Montante										0	
2.05	Ligações										0	
2.06	Cabos de Aço										0	
										Calculado	21	
										Máximo	70	
										Isc	0,30	

O índice de significância cultural com o valor de 30,0% indica que o empreendimento em análise possui média significância cultural, quando comparado a outros patrimônios edificados de Brasília. Esse indicador já representa que toda e

qualquer intervenção deve ser acompanhada por equipe multidisciplinar da qual devem fazer parte, no mínimo, historiadores, restauradores com habilitação em arquitetura, engenheiros, entre outros profissionais.

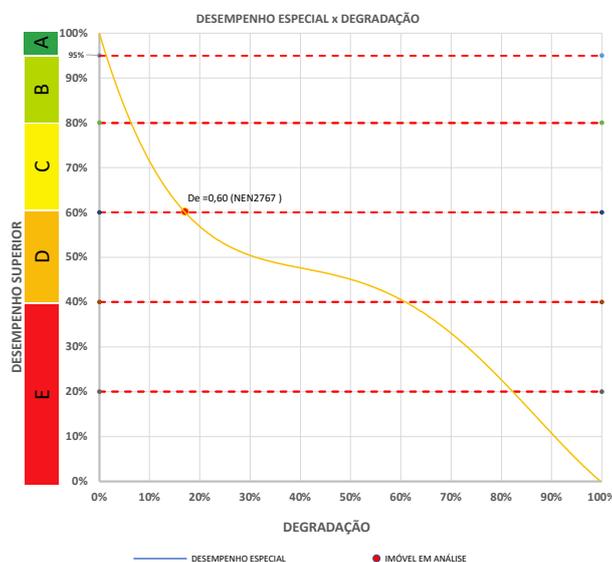
A expertise no caso de reparos no sistema estrutural se deve às técnicas aplicadas e à preservação da pátina e da volumetria da arquitetura. Com base nessas informações, a Tabela 62 apresenta o cálculo do fator de obsolescência da estrutura em análise.

Tabela 62 - Fator de Obsolescência - Santuário Dom Bosco.

ITEM	LOCAL	OBSOLESCÊNCIA				Gestão da Obsolescência	Isc
		f <sub>fn</sub>	f <sub>pr</sub>	f <sub>ec</sub>	Fobs		
<b>1.0 ESTRUTURA CONCRETO</b>							
1.01	Laje	1	1	1	1,00	Não tem obsolescência	
1.02	Vigas	1	1	1	1,00	Não tem obsolescência	0,3
1.03	Pilares Principais	1	1	1	1,00	Não tem obsolescência	0,3
1.04	Pilares Secundários	1	1	1	1,00	Não tem obsolescência	0,3
<b>2.0 ESTRUTURA METÁLICA</b>							
2.01	Banzo Inferior	1	1	1	1,00	Não tem obsolescência	
2.02	Banzo Superior	1	1	1	1,00	Não tem obsolescência	
2.03	Diagonais	1	1	1	1,00	Não tem obsolescência	
2.04	Montante	1	1	1	1,00	Não tem obsolescência	
2.05	Ligações	1	1	1	1,00	Não tem obsolescência	
2.06	Cabos de Aço	1	1	1	1,00	Não tem obsolescência	
						<b>Fobs = 1,00</b>	<b>Isc = 0,30</b>

Verifica-se que não há sistemas obsoletos (Fobs), o que indica uma vantagem significativa para as ações de manutenção e possíveis ações no sistema estrutural em análise. O indicador de degradação (ID), calculado com o método parametrizado da NEN2767, pode ser visto na Tabela 63, ainda mantendo as informações de que se trata de um patrimônio cultural. Todo o conjunto de tomada de decisões será discutido posteriormente.

Tabela 63 - Indicador de Degradação - Santuário Dom Bosco.



A degradação da estrutura com ID = 17,0% indica que existem poucos dados e, de forma pontual, podem ser corrigidos e administrados. A classificação dos registros de degradação utilizou a tabela da condição parametrizada, agregando os estudos de Martinatti (2021) à nomenclatura do estado de conservação de Heidecke, como pode ser visto na Tabela 64.

Tabela 64 - Classificação da Condição parametrizada com Heidecke.

Fonte: adaptado em layout Martinatti (2021)

Estado de Conservação Heidecke		Extensão (nível)				
		1	2	3	4	5
		<2%	2%-10%	10%-30%	30%-70%	>=70%
a	Novo	0,17	0,17	0,17	0,17	0,33
b	Entre novo e regular	0,17	0,17	0,17	0,33	0,5
c	Regular	0,17	0,17	0,33	0,5	0,67
d	Entre regular e reparos simples	0,17	0,17	0,17	0,33	0,5
e	Reparos simples	0,17	0,17	0,33	0,5	0,67
f	Entre reparos simples a importantes	0,17	0,33	0,5	0,67	0,83
g	Reparos importantes	0,17	0,17	0,33	0,5	0,67
h	Entre reparos importantes a sem valor	0,17	0,33	0,5	0,67	0,83
i	Sem valor	0,33	0,5	0,67	0,83	1

É importante ratificar que todas as intervenções técnicas no Santuário Dom Bosco devem contar com aval de representantes multidisciplinares, pois trata-se de imóvel especial com histórico e arquitetura representativa para a cidade. Com essas características, o desempenho especial deve ser calculado com a equação (19).

$$D_E = 4,9025*(ID)^4 - 12,509*(ID)^3 + 10,376*(ID)^2 - 3,772*(ID) + 1 \quad (19)$$

Onde:

DI = Desempenho Intermediário; ID = Indicador de degradação

O valor do desempenho especial  $D_E = 60,0\%$  indica a certificação “C”, conforme a Figura 112, na escala proposta pelo método com ações previstas de intervenção de empresas especializadas nos sistemas de acabamento da estrutura inspecionada.

A certificação “D” classifica os empreendimentos com danos visíveis a olho nu e com relato de falhas nos sistemas supracitados, que podem afetar a aparência e a funcionalidade, mas não alteram a segurança do sistema estrutural, objeto deste relatório.

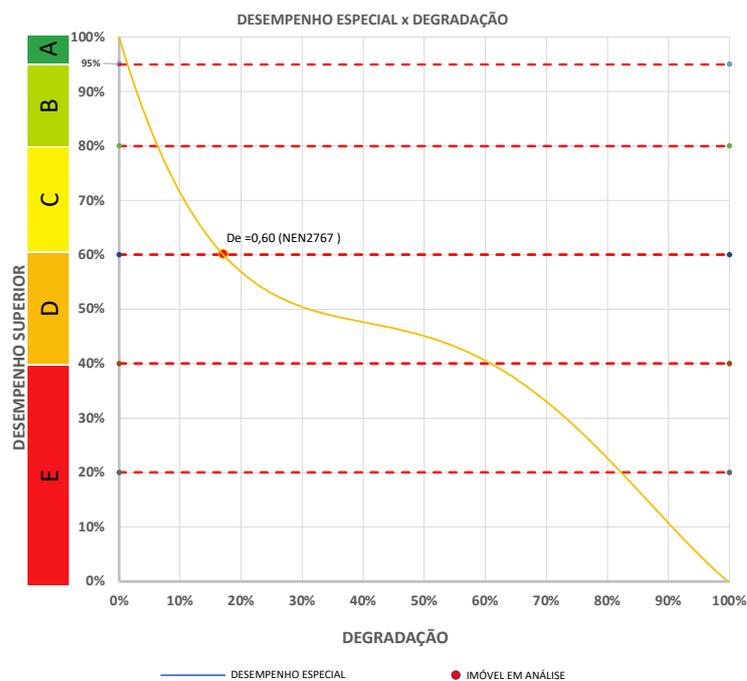


Figura 112 - Desempenho especial - Estrutura do SDB.

Os reparos devem ser acompanhados, necessariamente, por empresas ou profissionais especializados para interferir no padrão original, modificando os conceitos de aparência, funcionalidade e segurança do empreendimento.

#### 4.1.1.3. ANÁLISE - INSPEÇÃO ESPECIALIZADA - ESTRUTURA DO SANTUÁRIO DOM BOSCO

Como demonstrado, a estrutura mista em concreto e aço possui manifestações patológicas pontuais, que não afetam a segurança do conjunto arquitetônico. O índice de significância cultural  $I_{sc} = 30\%$  representa que o empreendimento possui representatividade para o contexto cultural da cidade e, portanto, deve ser tratado com apoio de equipe multidisciplinar com a participação de restauradores, arquitetos, engenheiros e outros técnicos da área.

A etiquetagem “C” mostrada na Figura 113 significa que imóveis nesta classificação tendem ao investimento em reformas que não ultrapassam 20% do valor total do bem edificado no terreno, ou seja, a preservação ainda é viável tanto pelas características de patrimônio cultural como em retorno ao gestor.

## CERTIFICAÇÃO DO DESEMPENHO ESPECIAL

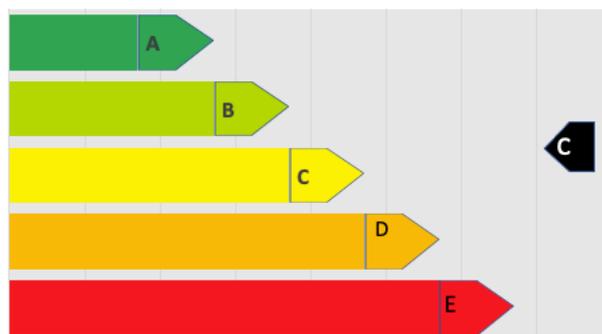


Figura 113 - Desempenho especial Santuário Dom Bosco– Certificação C.

A degradação calculada em 17,0% no sistema estrutural informa que existem danos em diversos elementos do sistema, mas apenas os pilares e vigas da fachada possuem características marcantes do acervo cultural. Os demais elementos podem ser recompostos por técnicas construtivas recorrentes, pois não há obsolescência nos materiais ou sistemas construtivos utilizados no imóvel, desde que não afetem a volumetria do conjunto arquitetônico.

### 4.1.2. MALOCA – CENTRO DE CONVIVÊNCIA DOS POVOS INDÍGENAS

O Centro de Convivência Multicultural dos Povos Indígenas da UnB, denominado Maloca, teve a construção iniciada em 2010 e concluída em 2014. Atualmente, dispõe de laboratório, salas de aula, redatário e pátio cerimonial. Está entre as suas funcionalidades a atenção ao aluno indígena, no que concerne à tutoria, à monitoria e ao acompanhamento do desempenho escolar, como de ser visto na Figura 114.

Uma festa indígena foi realizada durante a inauguração da Maloca em 1 de abril de 2014. Na ocasião, os estudantes indígenas declararam ser um sonho realizado, resultado de luta e mobilização, e que antes não havia nenhuma sala específica para eles no campus universitário (UnB, s/d). A Maloca foi considerada, na época, o primeiro centro de convivência para a comunidade acadêmica indígena no Brasil.

Estruturada com postes de madeira roliça, com ligações metálicas de chapas e parafusos, a edificação foi escolhida como amostra para a demonstração dos fatores de degradação e desempenho. Possui dois pavimentos, denominados térreo e primeiro pavimento. Está implantada em área plana, protegida por árvores com altura superior à sua cumeeira.



Figura 114 – Fachada Principal.

As peças de madeira roliças utilizadas na estrutura e as chapas de ligação são itens de produção e oferta do mercado, descartando a hipótese de obsolescência tecnológica, funcional ou econômica.

#### 4.1.2.1. INSPEÇÃO - MALOCA

Os projetos originais não apresentavam detalhes suficientes para análise dos pontos críticos da estrutura. Como se trata de uma inspeção especializada, os dados das ligações e deformações existentes foram levantados, originando um modelo espacial do edifício.

A proposta inicial foi elaborada com peças roliças de eucalipto, variando o diâmetro entre 20, 25 e 30 cm. Previa-se a construção de oito pórticos modulares e justapostos, atendendo a volumetria e a forma conceitual do projeto arquitetônico. A sequência construtiva pode ser observada no conjunto de imagens da Figura 115.

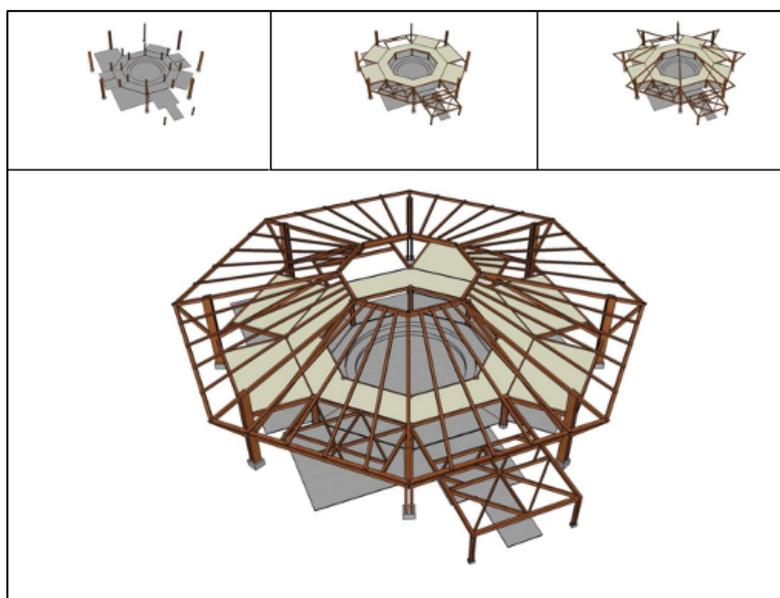


Figura 115 – Sequência construtiva – projeto estrutural proposto. Fonte: CEPLAN.

Com base nessas informações, formulários específicos foram elaborados para análise de deformações e registros de manifestações patológicas encontradas. Como referência técnica foram adotados autores como Brito e Calil (2014) e Calil e Dussarrat (2010), para complementar às instruções normativas da ABNT NBR 7190-1 (2022). A partir dessa coletânea, elaborou-se uma lista de verificação, passível de ser aplicada em inspeções e em manifestações patológicas recorrentes em edificações de madeira.

Os danos foram agrupados por pavimento. Os registros fotográficos e as manifestações patológicas observadas serão registrados no mapa de dados, conforme codificação apresentada na legenda da Figura 116.

### LEGENDA:



Figura 116 – Legenda para registros das manifestações patológicas.

Como exemplo das manifestações patológicas e infortúnios encontrados, há sinais de percolação de água ocasionando danos, como mostra a Figura 117.



Figura 117 – Falhas na impermeabilização da cobertura.

Há sinais de movimentação em ligações metálicas, como registra a Figura 118, ocasionadas pela acomodação da madeira, deformando acima do estimado nos projetos. Esses apoios foram mapeados, informando que devem receber tratamento diferenciado, pois a operação equivocada da equipe de manutenção pode gerar efeito dominó no pórtico.

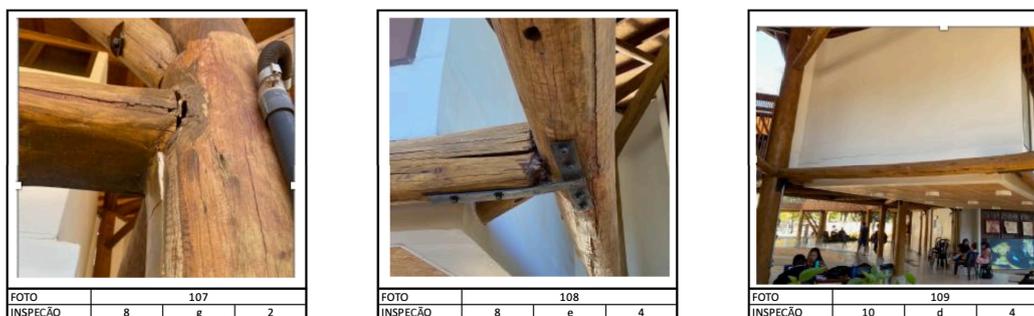


Figura 118 – Movimentação nas ligações metálicas.

Muitos outros pontos foram levantados e fotografados, possibilitando análises futuras e o acompanhamento dos danos encontrados.

#### 4.1.2.1. PROCESSAMENTOS DOS DADOS - MALOCA

Utilizando a escala de Classificação da Condição parametrizada foi possível calcular o indicador de degradação (ID) de cada elemento, agrupando na Tabela 65 os dados dos elementos estruturais e a correspondente degradação, ponderados ao grau de risco, de acordo com sua função na estrutura.

Tabela 65 - Dados da degradação levantado em campo.

ELEMENTO	FUNÇÃO ESTRUTURAL	ESTADO DE CONSERVAÇÃO	DANO	EXTENSÃO	PONDERADO	ID (%)
VG_02a FACE C	VIGA	b	4	4	1	0,11
VG_05 FACED	LIGAÇÃO	e	8	4	2	18,10
VG_05 FACE B	VIGA	c	11	4	1	1,26
VG_06 FACE B	VIGA	g	1	4	1	26,30
VG_07 FACE B	VIGA	g	1	4	1	26,30
VG_08 FACE B	VIGA	g	1	4	1	26,30
VG_08 FACE C	LIGAÇÃO	b	8	1	2	0,11
VG_11 FACE F	VIGA	d	10	4	1	2,67
VG_25b FACE A	VIGA	c	11	3	1	0,83
VG_28 FACE A	VIGA	g	2	3	1	17,36
VG_05 FACE H	VIGA	b	11	4	1	0,11
BR_31 FACE C	VIGA	b	11	4	1	0,11
VG_32 FACE E	LIGAÇÃO	c	11	4	2	2,52
VG_34 FACE H	LIGAÇÃO	d	11	4	2	5,34
VG_34 FACE G	VIGA	d	11	4	1	2,67
VG_40 FACE E	VIGA	e	8	4	1	9,05
VT_42 FACE E	VIGA	b	11	1	1	0,05
P05 FACE D	LIGAÇÃO	c	11	3	2	1,66
P09 FACE E	PILAR	g	11	4	3	78,90
P11 FACE F	LIGAÇÃO	b	8	2	2	0,11
P22 FACE C	LIGAÇÃO	g	8	2	2	17,88
P22 FACE C	PILAR	b	11	2	3	0,16
P27 FACE G	LIGAÇÃO	b	8	1	2	0,11
P38 FACE B	PILAR	d	11	3	3	4,13
P40 FACE H	PILAR	b	11	2	3	0,16
P46 FACE B	LIGAÇÃO	b	8	1	2	0,11
P46 FACE B	PILAR	d	11	2	3	4,13
P47 FACE A	PILAR	c	11	3	3	2,49
P48 FACE A	PILAR	c	8	3	3	2,49
<b>ID total</b>						<b>8,67</b>

Apesar do registro simbólico e inovador da estrutura na análise da documentação fornecida, técnicas construtivas e materiais utilizados, a Maloca foi caracterizada com desempenho intermediário ( $D_I$ ), no qual ciclos de manutenção devem ser intensos para preservar a aparência, funcionalidade e segurança do imóvel.

Com o indicador de degradação  $ID = 8,67\%$  e o apoio da equação (12), o cálculo do Desempenho Intermediário ( $D_I$ ) para o imóvel em análise será:

$$D_I = 6,5655*(0,087)^4 - 16,427*(0,087)^3 + 13,994*(0,087)^2 - 5,132*(0,087) + 1,0000$$

portanto,  $D_M = 0,65$

O desempenho final de  $65,0\%$  indica que a Maloca recebe a certificação “C”, na qual é necessária intervenção severa de empresas especializadas, principalmente, reparo nas aberturas das peças roliças.

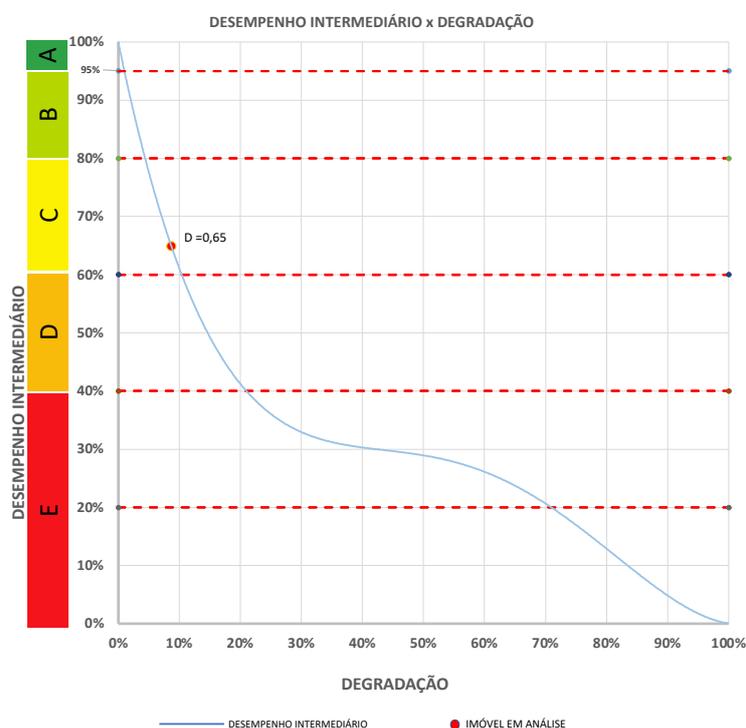


Figura 119 – Gráfico Desempenho x Degradação - Maloca.

Os danos são recorrentes e de fácil percepção a olho nu, alterando a aparência das peças de madeira. A simulação da estrutura em software de elementos finitos indicou que ainda não há riscos a funcionalidade e segurança. O investimento em reformas não ultrapassa 50% do valor total do bem edificado.

#### 4.1.2.2. ANÁLISE - INSPEÇÃO ESPECIALIZADA - ESTRUTURA MALOCA

De modo peculiar, a estrutura da Maloca exigiu pesquisas aprofundadas no comportamento de madeira e as suas manifestações patológicas. Essa foi a maior

dificuldade encontrada, que demandou a busca por especialistas e por documentações técnicas para auxiliar no formulário de inspeção. O infográfico com a certificação pode ser visto na Figura 120.



Figura 120 - Desempenho Intermediário Maloca– Certificação D.

Após o cadastro e registro dos danos, o processo para certificação da estrutura se demonstrou bem eficiente, evidenciando a amplitude que a metodologia proposta pode alcançar.

Diferentemente de inspeções especializadas, as inspeções globais exigem analisar sistemas múltiplos com maior grupo de inspetores e de áreas de conhecimento específicas.

#### **4.1. INSPEÇÕES GLOBAIS**

Quantificar a degradação e o desempenho são as principais questões desta pesquisa, justificando opções para restauro, revitalização, reuso ou demolição. A aparência, funcionalidade ou segurança, quando analisados de forma conjunta em um habitat, têm o comportamento simbiótico, compensando perdas parciais dos elementos e sistemas construtivos, como será demonstrado nos dois exemplos a seguir.

##### **4.1.1. BIBLIOTECA CENTRAL DA UNB**

Biblioteca Central da UnB – BCE representa a visão da arquitetura moderna de Brasília, e o rompimento do conceito de outras bibliotecas, como mostra o croqui da Figura 121. Os projetistas previram a integração da biblioteca com o Departamento de Ciência da Informação e Documentação, ampliando o uso do prédio e integrando o espaço ao uso diário dos alunos, como ponto de referência para vida acadêmica e a parte paisagística do campus.

As faces Leste e Oeste possuem grandes pilares de concreto armado, com função estrutural e ao mesmo tempo com brises pivotadas, contendo a entrada do sol e mantendo o ambiente interno ventilado. Conforme Cavalcanti N. (2015), tanto as grandes placas verticais dos brises parecem pousadas no solo, como as lajes de coroamento do módulo central parecem descansar suavemente sobre estas placas, formando uma composição arquitetônica ímpar.



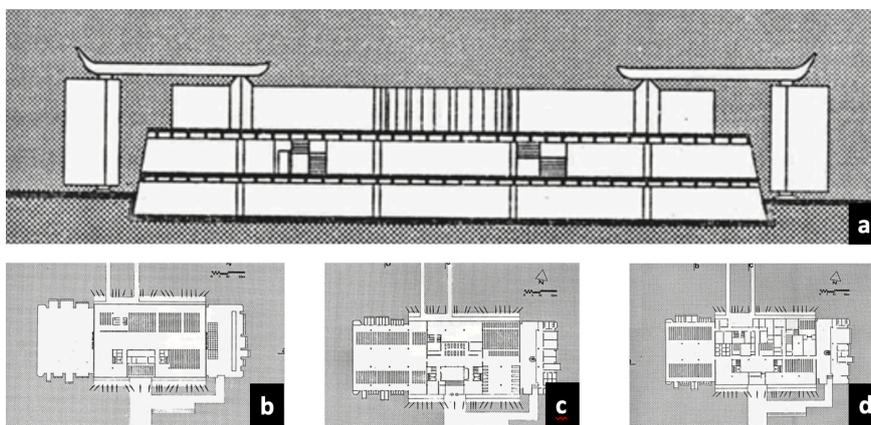
**Figura 121-** Volumetria da DCE. fonte: N. Cavalcanti N. (2015).

A volumetria formada por um grande bloco de concreto aparente com três módulos principais alongados. Nota-se a influência de Le Corbusier, arquiteto e urbanista franco-suíço, pioneiro do movimento moderno na Europa. Essa influência é percebida, também, na representação dos panos de concreto e nas lajes curvas sobre as faces Norte e Sul, como pode ser visto na Figura 122.



**Figura 122-** Fachada Leste e Norte da BCE.

A estrutura em concreto aparente modulada com malha de 12 m x 12 m destaca a forma do bloco central e os três pavimentos – subsolo, térreo e pavimento superior –, demonstrados na Figura 123. Nas extremidades foram ocupados apenas dois pavimentos interligados por escadas de circulações verticais.



**Figura 123-** a) Corte esquemático; b) Superior; c) Térreo; d) Subsolo. Fonte: N. Cavalcanti N. (2015).

Durante os cinquenta anos de uso do imóvel, diversas intervenções de manutenção foram executadas devido ao desgaste natural dos materiais ou por fatores externos, como o aumento do nível de água do solo, que danificou parte do subsolo. Nesse sentido, observar a degradação e seus agentes patológicos durante o ciclo de vida do imóvel são importantes para a inspeção e para a manutenção da edificação.

#### **4.1.1.1. INSPEÇÃO - BCE**

As inspeções foram feitas, predominantemente, de maneira sensorial, para a identificação de anomalias e falhas aparentes, podendo contar com auxílio de equipamentos ou aparelhos de inspeção de forma localizada.

Há grande volume de danos ocasionado pela entrada de água decorrente do desgaste do sistema de impermeabilização na cobertura e por falhas no sistema de

drenagem do subsolo. Particularmente, no subsolo, há salas que deixaram de ser utilizadas, afetando os fatores de aparência e funcionalidade do desempenho.



**Figura 124-** Danos no subsolo da BCE – falhas no sistema de drenagem. Fonte: LabRAC.

Na parte de cobertura e brises de concreto, o efeito de chuva dirigida e o desgaste do sistema de impermeabilização afetam a armadura do concreto, ocasionando pontos de oxirredução com o aparecimento de rachaduras em diversos elementos estruturais.



**Figura 125-** Danos no subsolo da BCE – falhas no sistema de drenagem. Fonte: LabRAC.

Toda essa ocorrência de infiltrações está afetando outros sistemas como revestimento e elétrico.



**Figura 126-** Danos aos sistemas revestimentos e elétrico. Fonte: LabRAC.

Está prevista, atualmente, uma grande intervenção no sistema de impermeabilização da cobertura, nos equipamentos de bombeamento da drenagem e no

sistema de instalações elétricas, que receberam menção “reparos importantes”, conforme estado de conservação de Heidecke.

#### 4.1.1.2. PROCESSAMENTOS DOS DADOS - BCE

Utilizando a metodologia GUTc foi calculado o indicador de degradação baseado nos registros das inspeções. A Tabela 71 apresenta os valores, incluindo a análise dos jardins que envolvem o edifício, fundamentais para preservar o conforto térmico interno.

Tabela 66 - Dados da degradação BCE. Fonte: LabRAC.

ITEM	COD	LOCAL	Heidecke (C)	GUTc			DEGRADAÇÃO
				G	U	T	GUTc
<b>1.0</b>	<b>COBERTURA</b>						
1.01	CAL	Calhas / Rufos e coletores pluviais	G	M	A	A	0,56
1.02	JUN	Juntas de Dilatação	G	M	T	A	0,61
1.03	IMP	Impermeabilização	H	A	T	A	0,76
<b>2.00</b>	<b>FACHADAS</b>						
2.01	PAR	Paredes de concreto aparente	F	M	T	M	0,49
2.02	BRI	Brise-soleils	F	A	T	N	0,42
<b>3.00</b>	<b>SVVTI</b>						
3.01	SVV	SVVI - Alvenaria	D	B	B	B	0,16
3.02	FOR	Forro decorativo	C	B	B	B	0,15
<b>4.00</b>	<b>ELÉTRICO</b>						
4.01	QD	Quadros de Distribuição (QD)	G	A	A	A	0,61
4.02	CIR	Circuitos / acabamentos	C	M	M	M	0,31
4.03	SIS	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)	I	T	T	T	1,00
<b>5.00</b>	<b>PISO</b>						
5.01	ACOB	Interno - área coberta	C	B	B	M	0,21
5.02	CAL	Calçamentos externo	D	M	A	M	0,36
5.03	RAM	Rampas	B	M	M	N	0,22
<b>6.00</b>	<b>HIDRO</b>						
3.01	DRE	Drenagem	F	M	B	B	0,27
3.02	ACA	Acabamentos (Vasos/Torneiras/Ralos)	B	B	B	M	0,20
3.03	COM	Combate a incêndio	B	B	B	B	0,15
<b>6.00</b>	<b>ESTRUTURA</b>						
6.01	LAJ	Lajes	G	T	T	A	0,71
6.02	VIG	Vigas	E	A	T	M	0,47
6.03	PIL	Pilares	E	A	T	M	0,47
<b>7.00</b>	<b>PAISAGISMO</b>						
7.01	JAR	Jardins	D	A	N	M	0,27
							<b>ID = 0,43</b>

Apesar de sua referência histórica e belíssima arquitetura, o edifício da Biblioteca Central da UnB não faz parte do eixo principal de turismo da cidade. Por esse motivo, o desempenho intermediário foi aplicado, com apoio da equação 13.

$$D_I = 6,5655 \cdot (0,43)^4 - 16,427 \cdot (0,43)^3 + 13,994 \cdot (0,43)^2 - 5,132 \cdot (0,43) + 1,0000$$

então  $D_I = 0,30$ .

O desempenho  $D_I = 30,0\%$  indica que a certificação “E” deve ser proposta para Biblioteca Central da UnB. A edificação possui danos significativos, principalmente, em

sistemas como impermeabilização e drenagem, pois agravam a situação da estrutura rapidamente, como perceptível nas lajes e pilares do empreendimento.

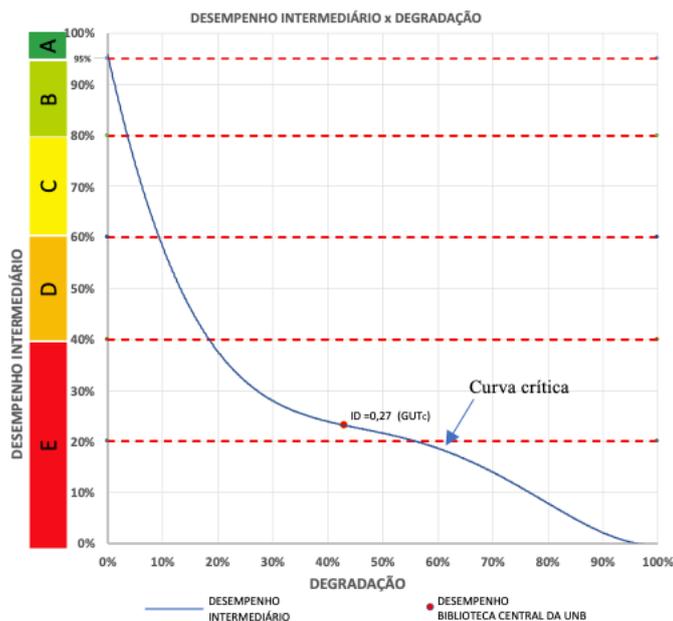


Figura 127- Desempenho intermediário - BCE.

Esses são os casos de imóveis com aparência e funcionalidade comprometidas, mas que ainda apresentam segurança por causa da robustez estrutural. Sistemas elétricos e hidráulicos devem ser recuperados de forma ágil para não comprometer mais outros sistemas periféricos. Desse modo, evita-se que o imóvel entre na curva crítica e que seja necessária a desocupação do edifício.

#### 4.1.1.3. ANÁLISE - INSPEÇÃO ESPECIALIZADA – BCE

Com 15.200 metros quadrados, os projetos da Biblioteca Central guardam acervo importante para o público universitário e para os pesquisadores. Os efeitos do final da vida útil em alguns sistemas já podem ser vistos na falência de alguns materiais e em fissuras em vários pontos do edifício.

Com a certificação “E”, conforme infográfico da Figura 128, empreendimento possui danos significativos, e o investimento em reformas ultrapassam 50% do valor total do bem edificado, o que propõe uma análise mais aprofundada com foco em restauro e reabilitação, pois trata-se de um edifício importante para a comunidade acadêmica, e não pode ser desativado. Esse é um parâmetro que a inspeção pode auxiliar nos planos de investimentos futuros e até na programação de obras.



Figura 128 - Certificação - BCE.

Ao se confirmar o aporte de investimentos, deve-se solicitar à equipe de técnicos a elaboração de projetos, com estudos de materiais e processos construtivos, e planilha de custos, refinada com valores mais próximos ao orçamento final da obra.

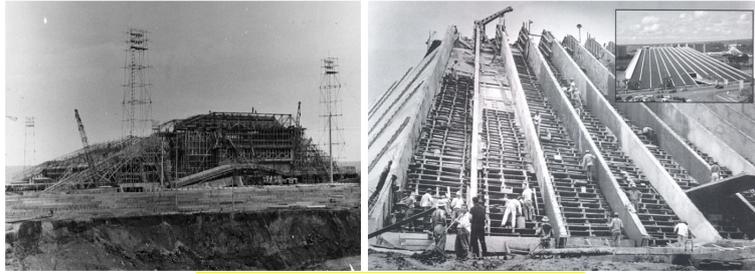
#### 4.1.2. TEATRO NACIONAL CLÁUDIO SANTORO – TNCS

Há muitos relatos sobre as dificuldades de acesso de materiais de construção e de enfrentamento de condições ambientais pelos operários, conhecidos como candangos, que participaram da construção de Brasília. O solo árido e o clima do cerrado, com variação térmica muito acentuada, causaram diversos problemas. Os candangos ergueram os primeiros monumentos, que, com o crescimento da cidade, ganharam vida e identidades próprias, como ocorreu com o Teatro Nacional Claudio Santoro.

Projetado em 1958 por Oscar Niemeyer, Teatro Nacional é o maior conjunto arquitetônico destinado, exclusivamente, às artes, em Brasília. Com a construção iniciada em julho de 1960, a estrutura foi finalizada em janeiro de 1961, ano no qual as obras foram interrompidas, e só foram retomadas em 1966, para a abertura da Sala Villa-Lobos, a maior e principal da edificação. Todo o processo construtivo durou, aproximadamente, 20 anos. As diversas intervenções nesse teatro podem ser vistas na linha do tempo obtida em documentos administrativos e no acervo existente no Arquivo Público do Distrito Federal (ArPDF).

1958 - Início do anteprojeto de Oscar Niemeyer;

1960 - Início das obras pela Construtora Rabelo S/A – cálculo estrutural do engenheiro Bruno Contarini. Execução da estrutura em concreto armado em 6 meses, conforme contrato;



*Fotos da construção Fonte: NOV-D-4-4-B-8(859) - ArPDF*

**1961** - Ocorre a primeira paralização que dura 5 anos;

**1966** - Retomada da obra e inauguração parcial - sala Martins Pena;

**1976** - Fechamento em setembro e retomada do projeto e da obra;

Nova equipe técnica:

- Arquitetura – arquiteto Milton Ramos - coordenação do projeto;
- Acústica: Igor Sresnewsky. Engenharia: Lothar Cremer;
- Cenografia e cinotécnica: Aldo Calvo;
- Poltronas das plateias: designer Sérgio Rodrigues;
- Paisagismo: Burle Marx;
- Bens artísticos integrados: Athos Bulcão, Marianne Peretti e Alfredo Ceschiatti;

**1979** - Nova inauguração sendo que o mesmo ano ocorreu o fechamento para continuidade da obra;

**1981** - Conclusão das obras incluindo a construção do Anexo integrado na ala norte, sob gramado;

Configuração do empreendimento neste ano:

- Área construída: 43.000m<sup>2</sup>;
- Dimensões: 140 m nas faces norte e sul, 95 m face na oeste e 45 m na face leste;
- Altura de 24,50 m e mais 19 m em subsolo.

**2013** – Fechado por riscos de incêndio após notificação do CMBDF;

**2017** – Proposta com projetos para reforma;

**2019** - IPHAN - Inventário do Teatro Nacional Cláudio Santoro;

**2021** - Inspeção predial da equipe do LabRAC com apoio de equipes pesquisadores do acervo cultural, acústica, conforto térmico, segurança contra incêndio, arquitetos, engenheiros civis, mecânicos, eletricitista, e com a contribuição especial dos alunos de graduação da FAU/UnB.

O Teatro Nacional Claudio Santoro integra a relação de obras de Oscar Niemeyer que são tombadas, individualmente, em nível federal - Portaria nº 55 de 06/06/2017 do Ministério de Estado de Cultura.

Todo esse histórico construtivo afetou o desempenho do edifício em decorrência de investimentos em partes específicas e recuperações parciais das salas de apresentação, sistemas hidráulicos, sistema de elevadores, sistemas acústicos e no sistema de impermeabilização. Entre as inaugurações e recorrentes fechamentos, o conjunto edificado teve sua equipe de manutenção reduzida, favorecendo que os mecanismos de degradação afetassem materiais sensíveis e importantes para o acervo histórico e artístico.

#### 4.1.2.1. INSPEÇÃO – TNCS

Ciclos de inspeções foram efetuados com objetivo de identificar ocorrências na perda de desempenho, motivados por mecanismos de degradação e obsolescência. Equipes multidisciplinares coletaram dados, que, posteriormente, passaram por verificação da qualidade predial da construção, da manutenção e do uso, em atendimento ao desempenho de funcionamento, gestão e habitabilidade.



Figura 129 – Fachada Sul - TNCS. Fonte: LabRAC.

A lista de verificação foi modelada com estudo de empreendimentos com características artístico-culturais, incluindo áreas para exposições temporárias. Conforme documentação fornecida, em 1999, foram feitas adaptações para pessoas com deficiência: criação de rampas externas, sanitários especiais no foyer das salas Martins Pena e Villa-Lobos e colocação de poltronas para pessoas com deficiência (Figura 130).



Figura 130 – Poltronas necessitam ser adaptadas para PcD e a substituição do forro de proteção. Fonte: LabRAC.

Com a atualização das normas para pessoas com deficiência (PcD), as intervenções devem ser revisadas. O painel de madeira, projetado por Athos Bulcão (Figura 131), e instalado na sala Martins Pena, mantém-se com autenticidade original, mas, equivocadamente, danificado com instalação de iluminação de emergência de forma incorreta.



Figura 131 – Painel de madeira – autoria Athos Bulcão – perfurado para instalar iluminação de emergência. Fonte: LabRAC.

Percebe-se, portanto, a interrelação entre os sistemas e atributos, quando se trata de patrimônio histórico, e a necessidade de um conselho multidisciplinar em todas as ações de manutenção e preservação desses imóveis.

Os mosaicos de cerâmica existente no foyer estão com trincas, e a reposição parcial por peças comerciais descaracteriza o acervo artístico.



Figura 132 – Cerâmicas danificadas e alteração no painel artístico. Fonte: LabRAC.

Existem ainda locais que foram desativados, como o restaurante da cobertura, com todas as instalações hidráulicas e elétricas obsoletas. A Figura 133 apresenta um exemplo de falha no sistema de impermeabilização das janelas e dos coletores pluviais, que estão com degradação avançada, ocasionando o transbordamento do fluxo de água para partes internas do edifício com danos à estrutura de concreto.

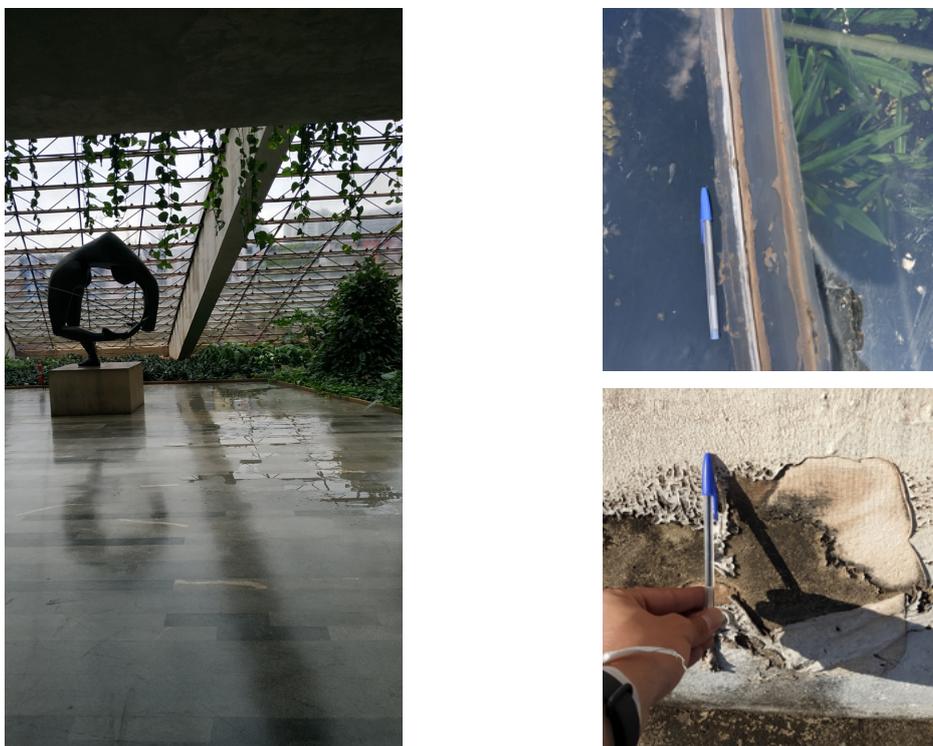


Figura 133 – Infiltrações e danos ao acervo cultural. Fonte: LabRAC.

O sistema de ar condicionado possui peças obsoletas, com desgaste irregular de rolamentos e sem peças de reposição, gerando baixo desempenho no processo de climatização interna. O sistema de elevador para o público está desativado e necessita de modernização dos quadros de comando, cabos, polias, correção nas portas de acesso e botoeiras.



Figura 134 – Mancal do sistema de ar condicionado e elevador público. Fonte: LabRAC

Como demonstrado na Figura 135, a localização do Teatro Nacional Cláudio Santoro com seus pilares, vigas e lajes partiu de conceito urbanístico para compor parte da escala central da Brasília.



Figura 135 – Localização do TNCS e o posição do sistema estrutural. Fonte: LabRAC.

Modelado com partes em concreto armado convencional, partes protendidas e placas pré-fabricadas foi conceitualmente projetado com quatro pilares principais (1, 2, 3 e 4), que suportam toda a estrutura e recebem diretamente as cargas das vigas (A, B, C e D).

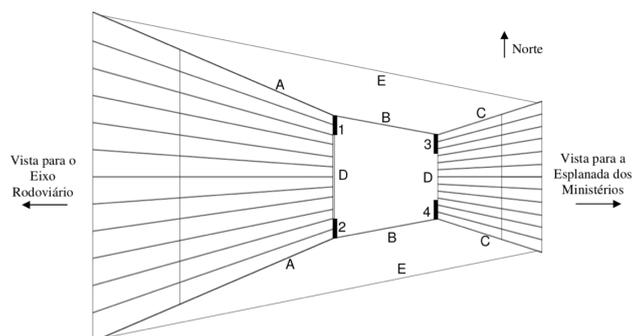


Figura 136 – Nomenclatura adotada - sistema estrutural. Fonte: LabRAC.

As fachadas norte e sul são formadas por vigas pré-moldadas de uma única peça em forma de “L”, apoiadas nas linhas B e na linha E. Devido a esse formato, essas vigas ficam escondidas pelo painel de volumes cúbicos do artista plástico Athos Bulcão.

#### 4.1.2.2. PROCESSAMENTOS DOS DADOS – TNCS

O levantamento dos dados, registros fotográficos e o número de pesquisadores envolvidos na inspeção forneceram enorme quantidade de informações. Nesta tese está

apresentado um modo mais condensado dos dados para comprovar a aplicação do método de certificação dos empreendimentos.

A Tabela 67 mostra as menções qualitativas registradas pelos inspetores, adotando a metodologia GUTc para o cálculo do indicador de degradação.

Tabela 67 - Dados do indicador de degradação (ID)- TNCS. Fonte: LabRAC.

ITEM	COD	LOCAL	Heidecke (C)	GUTc			Documentação		DEGRADAÇÃO
				G	U	T	Vup (CSA 1995)	Pat. Cultural	GUTc
<b>1.0</b>	<b>COD</b>	<b>SISTEMA</b>							
1.01	ACE	Acessibilidade	G	A	M	N	Longa		0,38
1.02	PAV	Pavimentação / Calçamento / Urbanização	E	M	A	A	Normal	sim	0,43
1.03	MOB	Mobiliário	D	M	T	A	Curta	sim	0,43
1.04	BEN	Bens artísticos integrados	C	M	M	N	Curta	sim	0,22
1.05	PAI	Paisagismo	C	B	B	B	Curta	sim	0,15
1.06	EST	Estrutural	C	M	B	B	Curta	sim	0,21
1.07	IMP	Impermeabilização e águas pluviais	H	T	T	T	Curta	sim	0,88
1.08	FAC	Fachadas	E	A	T	A	Curta	sim	0,51
1.09	HID	Hidráulicas	I	T	T	A	Curta		0,93
1.10	SAN	Sanitárias	I	T	A	T	Curta		0,93
1.11	SVVID	Vedação	F	B	B	M	Curta	sim	0,27
1.12	ESQ	Esquadrias Internas	D	A	M	N	Média	sim	0,27
1.13	PIS	Pisos	C	A	T	M	Curta	sim	0,41
1.14	TET	Tetos	D	A	A	A	Média	sim	
1.15	REV	Revestimentos	C	A	T	M	Média	sim	0,41
1.16	AR	Ar condicionado	G	A	T	T	Normal		0,71
1.17	EQU	Equipamentos Mecânicos	H	A	A	A	Longa		0,70
1.18	SEG	Segurança contra incêndio	D	B	B	B	Longa		
1.19	INS	Instalações Elétrica	G	M	M	A	Normal		0,51
1.20	LUM	Luminotécnica	F	M	M	A	Longa		0,44
1.21	ACT	Acústica	I	M	M	A	Longa		0,67
									<b>ID = 0,5</b>

O indicador de degradação ID= 50% aponta que o imóvel possui número significativo de problemas com perda de aparência e funcionamento.

Os técnicos consolidaram os dados de campo em 21 sistemas, que possibilitaram a visão ampla de todo o edifício e de suas diversas áreas técnicas. Sem a análise das equipes de gestão do patrimônio cultural, os sistemas que não constam como registro do acervo cultural não devem receber intervenção ou manutenção.

O registro documental indica que mesmo itens simples, como placas de sinalização, banners de exposição e luminárias de emergência devem ser estudados e aprovados por especialistas em acervo histórico e artístico com o objetivo de preservar o local.

Sistemas como acessibilidade, hidráulico, sanitário, ar condicionado, equipamentos mecânicos, segurança contra incêndio, elétrico, luminotécnica, cenografia

e acústica possuem danos, faltam peças de reposição, mas são importantes para a operação do edifício. O cálculo do fator de obsolescência é apresentado na Tabela 68.

Tabela 68 – Cálculo do Fator de Obsolescência (Fobs) - TNCS. Fonte: LabRAC.

ITEM	COD	OBSCOLESCÊNCIA					Gestão da Obsolescência	Isc
		f <sub>fn</sub>	f <sub>pr</sub>	f <sub>ec</sub>	Fobs			
<b>1.0</b>	<b>COD</b>							
1.01	ACE	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência	0,00	
1.02	PAV	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,73	
1.03	MOB	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,73	
1.04	BEN	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,73	
1.05	PAI	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,73	
1.06	EST	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,73	
1.07	IMP	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,73	
1.08	FAC	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,73	
1.09	HID	1,00	1,00	0,00	0,67	Acompanhar o desempenho	0,00	
1.10	SAN	1,00	1,00	0,00	0,67	Acompanhar o desempenho	0,00	
1.11	SVVID	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,73	
1.12	ESQ	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,73	
1.13	PIS	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,73	
1.14	TET	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,73	
1.15	REV	1,00	1,00	1,00	1,00	Patrimônio. Deve ser recuperado	0,73	
1.16	AR	1,00	1,00	0,00	0,67	Acompanhar o desempenho	0,00	
1.17	EQU	1,00	1,00	0,00	0,67	Acompanhar o desempenho	0,00	
1.18	SEG	1,00	1,00	0,00	0,67	Acompanhar o desempenho	0,00	
1.19	INS	1,00	1,00	1,00	1,00	Não tem obsolescência	0,00	
1.20	LUM	1,00	0,00	0,00	0,33	Preparar substituição	0,00	
1.21	ACT	0,00	0,00	0,00	0,00	Obsoleto	0,00	
<b>Fobs = 0,85</b>							<b>Isc = 0,73</b>	

Verificou-se que somente 15,0% dos sistemas analisados estão em vias de obsolescência ou são obsoletos, sendo que grande parte desses já possui estado de conservação entre reparos importantes ou sem valor.

Mesmo assim, por serem itens instalados em um patrimônio tão significativo não autoriza a substituição de material sem uma prévia análise multidisciplinar, para evitar mais danos ao empreendimento. Todo e qualquer colaborador envolvido no processo de manutenção e preservação do Teatro Nacional deve entender que instalações embutidas nas paredes ou atrás de mosaicos artísticos devem ser estudadas em projetos específicos, que orientem a intervenção sem a alteração de registros culturais.

Outro ponto importante foi a análise do índice de significância cultural. Diante de necessidade de intervenção para restabelecer o desempenho do TNCS, diversas reuniões foram realizadas com o objetivo de estudo de propostas focadas em causar o menor impacto ao patrimônio, mas, ao mesmo tempo, possibilitar a melhor condição de uso, observando a aparência, funcionalidade e segurança de todo o conjunto arquitetônico. Esse ciclo de reuniões e ajustes tornou possível a organização da Tabela 74, com os índices de significância parcial e total do imóvel em estudo.

Tabela 69 – Cálculo índice de significância cultural (Isc) - TNCS. Fonte: LabRAC.

Avaliação da Significância Cultural (Isc)													
Atributos sugeridos para análise		Qualificação							Calculos				
		Uso	Econômico	Histórico	Artístico	Cultural	Antiguidade	Simbólico	Total	MÉDIAS	PESOS	Valores	
<b>Conjunto Arquitetônico</b>	<b>Autores de Referencia</b>												
<b>Fachadas</b>													
Fachadas	Oscar Niemeyer, Athos Bulcão.	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	7	1,00	0,30	<b>0,30</b>	
<b>Sistema Estrutural</b>													
Estrutura em concreto aparente	Bruno Contarini	SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	3	0,43	0,25	<b>0,11</b>	
<b>Projeto arquitetônico</b>													
Configuração e Planta Baixa	Oscar Niemeyer e Milton Ramos	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	7				
Bens Artísticos integrados	Marianne Peretti e Alfredo Ceschiatti;	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	5				
Poltronas	Sérgio Rodrigues	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	5				
Revestimentos	Athos Bulcão	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	7	0,86	0,15	<b>0,13</b>	
<b>Implantação</b>													
Paisagismo	Burle Marx	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	7				
Calçadas		SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO		2	0,64	0,30	<b>0,19</b>	
											<b>Isc = 0,73</b>		

Caracterizado como imóvel especial, o valor do desempenho é obtido substituindo o indicador de degradação ID = 50,0% na equação (15).

$$D_E = 4,9025*(0,50)^4 - 12,509*(0,50)^3 + 10,376*(0,50)^2 - 3,772*(0,50) + 1$$

então,  $D_E = 0,45$

A metodologia para o valor de  $D_E = 45,0\%$  indicaria a certificação “D”, conforme demonstra o gráfico na Figura 137, sendo que empreendimento necessita de intervenção severa de empresas especializadas. No Teatro Nacional Cláudio Santoro, verificou-se que, segundo o padrão indicado na metodologia, além da pintura e revestimentos, há falhas nos sistemas de impermeabilização e hidrossanitário, incluindo coletores pluviais, elétricos, ar condicionado e equipamentos mecânicos.

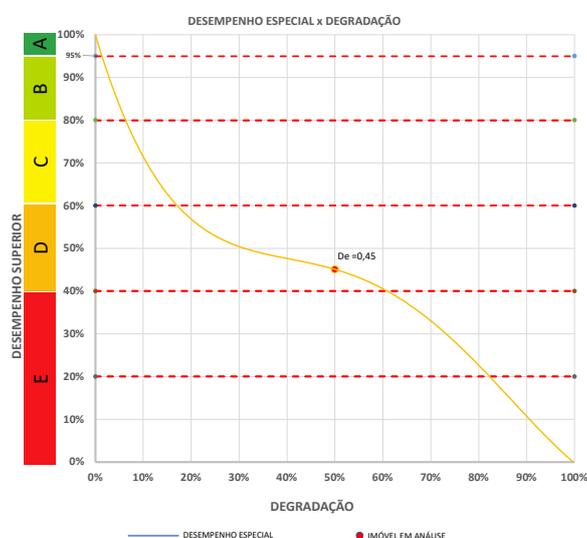


Figura 137 – Desempenho Especial – Teatro Nacional de Cláudio Santoro

Para atividade teatral e artística, os sistemas de luminotécnica, cenografia, acústica e acessibilidade devem ser atualizadas, com novos equipamentos e de acordo com a legislação.

Apesar de toda a regulamentação da ABNT, em casos como o do Teatro Nacional Cláudio Santoro devem ser propostas soluções mais adequadas, sem alterar o contexto cultural e artístico do local. A própria Associação de Normas Técnicas reconhece estas edificações como especiais.

#### 4.1.2.3. ANÁLISE - INSPEÇÃO ESPECIALIZADA – TNCS

O Teatro Nacional Cláudio Santoro possui danos recorrentes e de fácil percepção a olho nu, isolando ambientes ou impedindo funcionalidade e segurança. O investimento em reformas não deve ser quesito desta pesquisa, mas, por tratar-se de patrimônio Cultural e simbólico de Brasília, todos os esforços devem ser direcionados para restauro e recuperação deste importante marco da arquitetura. A certificação do Teatro Nacional Cláudio Santoro pode ser vista na Figura 138



Figura 138 – Certificação do Teatro Nacional de Cláudio Santoro

Os reparos devem ser acompanhados, necessariamente, por empresas ou profissionais especializados, com gestão multidisciplinar para preservar o acervo histórico, artístico e cultural presentes no imóvel.

## 5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A conservação e reutilização do patrimônio edílico das cidades requer o envolvimento de múltiplos setores da sociedade. Em diversas situações, o investimento é complexo e as ações de preservação, restauro ou reuso emperram por falta de um processo transparente e rastreável não só para aplicação financeira, mas como ações sustentáveis no sentido de preservar as cidades.

Os exemplos apresentados romperam o paradigma entre a utilização de parâmetros pautados na vida útil de materiais e sistemas construtivos e passam a valorizar o ambiente construído. No decorrer da tese, demonstrou-se que os mecanismos que afetam o ciclo de vida podem ser quantificados com coleta de dados obtidas em inspeções, desde que estes dados estejam estruturados.

A possibilidade de aplicação de metodologia com critérios para certificar e avaliar edificações, abordando critérios como a degradação e o desempenho é inegável que pode auxiliar na preservação do ambiente construído e preservar muitas cidades. Além da visão social do processo pode-se controlar o crescimento urbano desordenado.

A percepção proposta por Vitruvius (15 A.C. apud Morgan. 2012) pode ser comprovada com equações utilizando variáveis qualitativas/quantitativas com dados passíveis de serem replicados e comparados, desde que a manutenção seja cumprida. O objetivo é a preservação das cidades, baseada na gestão do planejamento urbanístico.

Quanto ao patrimônio cultural, espaços e empreendimentos urbanos fundamentais a toda sociedade, a ação do gestor deve ser mais intensa. Ficou comprovado que a curva de depreciação e desempenho destes habitats tem comportamento diferenciado, exigindo atenção redobrada da sociedade e dos inventores para preservação dos acervos históricos e culturais.

Por meio de estudos das amostras, tornou-se possível estabelecer um ciclo de trabalho apoiado na inspeção visual. Foi demonstrado que o técnico qualificado e capacitado obtém dados e variáveis importantes no estudo da degradação, obsolescência, desempenho e depreciação, presentes no ciclo de vida dos empreendimentos.

Como contribuições futuras seria importante utilizar o método de certificação e avaliação, aplicado no sentido de preservar o habitat e verificar o potencial de dano global. Seria importante comparar esses créditos de carbono quando se aplica as soluções como restauro e reuso na construção civil ao processo atual que é demolição, construção de novas edificações.

Por fim, sugerimos sempre analisar significância cultural do habitat, com o estudo contínuo e incansável de pesquisadores que fazem parte de institutos, como IPHAN, ICOMOS, DOCOMOMO, entre outros.

## BIBLIOGRAFIA

1. ABNT NBR 14037: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. , 2014.
2. ABNT NBR 14653-1. NBR-14653-1-Procedure-Gerais-2019.pdf. In: ABNT (Org.); Avaliação de Imóveis - Procedimentos gerais. Anais... , 2019. São Paulo-SP.
3. ABNT NBR 14653-7. Avaliação de Bens - Patrimônios históricos e artísticos. In: ABNT (Org.); . p.17, 2009. Rio de Janeiro, Brasil.
4. ABNT NBR 15575-1. Edificações habitacionais - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. 2021.
5. ABNT NBR-16747. Inspeção predial — Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. Associação Brasileira de Normas Técnicas, p. 12, 2020.
6. ABRAMSON, D. M. *Obsolescence an Architectural History*. Chicago-IL, 2016.
7. ABUNAHMAN, S. A. *Curso Básico De Engenharia Legal E De Avaliações*. 4<sup>a</sup> ed. São Paulo - SP: PINI, 2008.
8. ACT, L. G. *Part 27 — Heritage Conservation*. 1996.
9. ALDAHDOUH, A. A. *Visual Inspection of Sequential Data: A Research Instrument for Qualitative Data Analysis*. 2018.
10. ALMEIDA, J. M. M. R. M. DE O. *Sistema De Gestão De Pontes Com Base Em Custos De Ciclo De Vida*, 2013. PORTO - PT: FEUP.
11. ALONSO, N. R. P.; D'AMATO, M. *Imóveis Urbanos - Avaliação de aluguéis*. 2<sup>o</sup> ed. São Paulo, 2009.
12. ANAH. *Grille d'évaluation de la dégradation de l'habitat*. , p. 40, 2011..
13. ANNILA, P. J.; LAHDENSIVU, J. *Reliability of the detection of moisture and mould damage in visual inspections*. E3S Web of Conferences. Anais... . v. 172, 2020. EDP Sciences.
14. ASBEA; CAU. *Guia para Arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho ABNT NBR 15.575*. 2013.
15. ASCE, C. R. C. *Visualised Inspection System for Monitoring Environmental Anomalies During Daily Operation and Maintenance*. London - UK, 2020.
16. ABNT NBR 05674 -2012 - *Manutenção De Edifícios*.
17. ASSUMPÇÃO, L. *Obsolescência programada: praticas de consumo e design*. , p. 231, 2017.

18. AWAD, M. M. C. Valores de edificações de imóveis urbanos 2017. 1º ed. São Paulo-SP: IBAPE-SP, 2017.
19. BAUER, P. E. Degradação dos materiais – cerâmicos ( bloco / tijolo ) concreto. , p. 1–22, 2017.
20. BIONDO, F. G. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional Desafios da Educação no Campo do Patrimônio Cultural: Casas do Patrimônio e Redes de Ações Educativas. Rio de Janeiro, 2016.
21. BRAGA, F. M. V. A Depreciação Dos Edifícios Na Avaliação Imobiliária - Proposta de método de cálculo do coeficiente de depreciação, 2015. FEUP.
22. BS ISO 15686-1. Buildings and constructed assets - Service life planning Part 1: General principles and framework. . p.34, 2011. Reino Unido, UK.
23. BS ISO 15686-2. Buildings and constructed assets - Service life planning Part 2: Service life prediction procedures. , 2012. Reino Unido, UK.
24. BS ISO 15686-3. Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 3: Performance audits and reviews. , 2002. Reino Unido, UK.
25. BS ISO 15686-4. Buildings Construction - Service Life Planning Part 4: Service Life Planning using Building Information Modelling. , 2014. Reino Unido, UK.
26. BS ISO 15686-5. Buildings and constructed assets - Service life planning - Life cycle costing. , 2017. Reino Unido, UK.
27. BS ISO 15686-6. Buildings and constructed assets - Service life planning Part 6: Procedures for considering environmental impacts. , 2001. Reino Unido, UK.
28. BS ISO 15686-7. Buildings and constructed assets - Service life planning Part 7: Performance evaluation for feedback of service life data from practice. . BSI ed., 2017. Reino Unido, UK.
29. BS ISO 15686-8. Buildings and constructed assets - Service life planning Part 8: Reference service life and service-life estimation. , 2008. Reino Unido, UK.
30. BS ISO 15686-9. Buildings and constructed assets - Service life planning Part 9: Guidance on assessment of service-life data. , 2008. Reino Unido, UK.
31. BS ISO 15686-10. Buildings and constructed assets - Service life planning Part 10: When to assess functional performance. , 2010. Reino Unido, UK: BSI.
32. BS ISO 15686-11. Buildings and constructed assets - Service life planning Part 11: Terminology. , 2014. Reino Unido, UK.
33. CALEJO, R.; ROCHA, P.; AZEVEDO, J. Análise comportamental sobre as causas do decaimento inicial

- dos edifícios. Simpósio: Tarefas e funções futuras da engenharia civil: Sustentabilidade e Energia. In: GEQUALTEC 2015 (Org.); , 2015. PORTO - PT: FEUP.
34. CARPIO, M.; ORTEGA, J.; PRIETO, A. J. Expert panel on in-situ visual inspections for masonry churches maintenance stage. *Journal of Civil Engineering and Management*, v. 27, n. 6, p. 454–471, 2021. VGTU.
  35. CASTRO, A. L. DE S. Preservando o edifício moderno: Congresso Nacional. , 2020. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/38697>>. .
  36. CIB REPORT. CIB W80. , 2004.  
<http://site.cibworld.nl/dl/publications/Pub295/Cover.pdf>.
  37. CIPRIANO, A. A. P. Avaliação de Patrimônio. 3º ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2014.
  38. CÓIAS, V. Inspeções E Ensaios Na Reabilitação De Edifícios. Lisboa, PT: IST PRESS, 2006.
  39. CORREIO BRAZILIENSE. Setor Comercial Sul tem 680 salas e 101 lojas sem funcionar, diz Sindivarejista. <https://www.correiobraziliense.com.br/cidades-df/2021/08/4942667-setor-comercial-sul-tem-680-salas-e-101-lojas-sem-funcionar-diz-sindivarejista.html>, 2021. Brasília.
  40. COUTO, B. C. DO. O Processo De Elaboração Do Plano De Preservação Do Conjunto Urbanístico De Brasília: Uma Representação Conceitual Da Política De Preservação Urbana No DF. Natal, 2015.
  41. CURY, I. Cartas Patrimoniais. In: 3 (Org.); CURY, Isabelle. Cartas Patrimoniais. 3ª edição. IPHAN, Rio de Janeiro, 2004. Anais... , 2004. Rio de Janeiro: IPHAN.
  42. DEKKER, K.; HALL, S.; VAN KEMPEN, R.; TOSICS, I. Restructuring large housing estates in European cities: An introduction. *Restructuring Large Housing Estates in Europe: Restructuring and Resistance Inside the Welfare Industry*, p. 1–18, 2005.
  43. DOUBEK, J. Depreciação de edificações -XVII -COBREAP. In: IBAPE (Org.); . p.23, 2013. Florianópolis, SC.
  44. [EC 1999]. European parliament and the council of the european union. .
  45. [EOTA]. Europe-wide association of Technical Assessment Bodies for construction products established under the Construction. .
  46. ERCAN, M. F.; WANG, R. BEN. Computer Vision-Based Inspection System for Worker Training in Build and Construction Industry. *Computers*, v. 11, n. 6, 2022. MDPI.

47. FEMA. Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: Supporting Documentation. 2015.
48. GALIMI, S. Índice De Requalificação Urbana: Uma Proposta Para Avaliação Das Intervenções De Retrofit No Patrimônio Das Obras De Arte Especiais, 2021. Brasília: UnB.
49. GARCEZ, N.; LOPES, N.; DE BRITO, J.; SÁ, G. Pathology, diagnosis and repair of pitched roofs with ceramic tiles: Statistical characterisation and lessons learned from inspections. *Construction and Building Materials*, v. 36, p. 807–819, 2012.
50. GOMES, M. Valorização do sistema construtivo do património edificado, 2014. Aveiro: Universidade de Aveiro.
51. GOMIDE, T. L. F.; NETO, J. C. P. F.; GULLO, M. A. Inspeção Predial Total - diretrizes e laudos no enfoque da qualidade total e da engenharia diagnóstica. São Paulo-SP, 2011.
52. GUIDELINES FOR WRITING EFFECTIVE STATEMENTS OF SIGNIFICANCE. Heritage Branch de British Columbia. , p. 1–16..
53. GUIMARÃES, L. R. N. (2021). Avaliação de Edificações com Interesse Patrimonial Via modelos Acoplados de Depreciação e Significância Cultural., 2021. UnB.
54. GUIMARÃES, S. T. O Singular Das Gerais? Rio de Janeiro, 2015.
55. HHSRS. Housing Health and Safety Rating System - Department for Levelling Up. In: C. & L. G. Ministry of Housing (Org.); , 2006. London - UK.
56. IN SRF NO 162. Instrução Normativa SRF Nº 162, De 31 De Dezembro De 1998. 1998.
57. INTERNAL REVENUE SERVICE (IRS). United States federal government. .
58. JACOBS J. Morte e Vida de Grandes Cidades. São Paulo-SP, 2009.
59. JORGE M.R.FAZENDA ET ALL. Tintas Ciência e Tecnologia. 4 edição ed. 2013.
60. JULIBONI, M. Preços de venda e locação de imóveis comerciais recuam em março. Disponível em: <<https://www.moneytimes.com.br/precos-de-venda-e-locacao-de-imoveis-comerciais-recuam-em-marco/>>. Acesso em: 21/7/2020.
61. JÚNIOR, J. E. F. D. B. A Influência Da Obsolescência Na Depreciação Do Patrimônio Moderno Edificado, 2022. Brasília: UnB.
62. KADOLSKY, M.; BAUMGÄRTEL, K.; SCHERER, R. J. An ontology framework for rule-based inspection of eeBIM-systems. *Procedia Engineering. Anais... .* v. 85, p.293–301, 2014. Elsevier Ltd.

63. KASSAI, Y. Barriers to the reuse of construction by-products and the use of recycled aggregate in concrete in Japan. Use of recycled aggregate. Henderson & Limbachiya eds. p.433–444, 1998. Dundee, UK.
64. VAN KEMPEN, R.; A., M.; KNORR-SIEDOW, T.; TOSICS, I. Regenerating large housing estates in Europe. , , n. January, 2006.
65. KERR, J. S. The Seventh Edition Conservation Plan Australia ICOMOS. 2013.
66. KIM, S.; YOON, S.; CHO, J. H.; et al. DIVERGENCE: Deep Reinforcement Learning-based Adaptive Traffic Inspection and Moving Target Defense Countermeasure Framework. IEEE Transactions on Network and Service Management, 2021. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
67. KÖHLER, A. F. As cartas patrimoniais e sua relação com o turismo cultural:teorias, práticas e seus desdobramentos no caso brasileiro. Revista Iberoamericana de Turismo, v. 9, p. 138–163, 2019.
68. LACERDA, N.; ZANCHETI, S. M. Gestão da Conservação Urbana: Conceitos e Métodos. 2012.
69. LEVITT, T. Marketing Myopia. Boston, Massachusetts, 2008.
70. LEWGOY, J. Preço de venda de imóvel comercial sobe 0,10% em julho, até na pandemia.
71. LIAROUTZOS, C. Que faire avec les ruines? Poétique et politique des vestiges. 1 edition ed. Renne, Fr: Universitaire de Rennes, 2015.
72. MADADI, E.; CHRISTIAN, K. \*; HOFBAUER, K.; MARIE, J.; MEUWISSEN, C. Influence of the Regeneration of Large Housing Estates on Sustainable Urban Living Conditions-Benefits or Threats? , 2005.
73. MAEC. Método de Avaliação do Estado de Conservação de Imóveis. In: LNEC (Org.); 2006. Lisboa.
74. MARION, J. C. Contabilidade Básica. 10º ed. São Paulo-SP, 2014.
75. MARTINATTI, Y. W. P. Desenvolvimento De Modelo Multicritério De Tomadas De Decisões Para Aplicação Na Conservação De Edificações Das Superquadras Do Plano Piloto Em Brasília/DF. 2021.
76. MARTINS, A. As milhares de pessoas no Reino Unido donas de apartamentos que 'não valem nada. BBC News Mundo, 2021.
77. MASLOW, A. H. Toward a psychology of being. Reino Unido, 1999.

78. MATOS, G.; WAGNER, L. Consumption of materials in the United States, 1900-1995. *Annual Review of Energy and the Environment*, v. 23, n. 1, p. 107–122, 1998.
79. MEDEIROS, M. H. F.; ANDRADE, J. J. DE O.; HELENE, P. Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto. *Concreto: ciência e tecnologia*, v. 1, p. 773–808, 2011.
80. MEIRA, A. L. G. O Patrimônio Histórico e Artístico Nacional do Rio Grande do Sul no século XX: Atribuição de valores e critérios de intervenção., 2008. Porto Alegre : UFRS.
81. MIRANDA, F. M. F.; CALEJO, R. M. G. R. Degradação Precoce De Edifícios - Análise e exploração de um banco de dados, 2020. Porto - PT: FEUP. .
82. MIRANDA, M. P.; CAMPOSINHOS, R. DE S. Avaliação Imobiliária. 1º ed. Porto - PT: Rui de Sousa Camposinhos, 2021.
83. MOSER, K. Towards the practical evaluation of service life — Illustrative application of the probabilistic approach. *Durability of Building Materials and Components* 8, , n. June, p. 1319–1329, 1999.
84. NATIONAL PARK SERVICE (NPS). Government agency, EUA. .
85. NEN 2767-1. NEN 2767 -1+C1- Condition assessment built environment - Part 1: Methodology. Netherlands: Koninklijk Nederlands Normalisatie-instituut, 2017.
86. NETO, N.; BRITO, J. DE. Validation of an inspection and diagnosis system for anomalies in natural stone cladding (NSC). *Construction and Building Materials*, v. 30, p. 224–236, 2012.
87. NIEBOER, N.; THOMSEN, A.; VAN DER FLIER, K. Analysing obsolescence, an elaborated model for residential buildings. *Structural Survey*, v. 33, n. 3, p. 210–227, 2015. Emerald Group Publishing Limited.
88. NOUSIAS, S.; ARVANITIS, G.; LALOS, A. S.; et al. A saliency aware CNN-based 3D model simplification and compression framework for remote inspection of heritage sites. *IEEE Access*, v. 8, p. 169982–170001, 2020. IEEE.
89. OCCHI, G. M.; CESAR, P.; FATTORI, S. E. Coletânea de Artigos de Avaliação de Imóveis - CAIXA. 1º ed. Brasília / DF, 2018.
90. OLIVEIRA, I. Diretrizes para a Conservação Patrimonial a Partir da avaliação da Depreciação do Ambiente Construído. 2018.
91. OLIVEIRA, I. P.; PANTOJA, J. C. Proposta de Análise do Patrimônio Histórico: Teatro Nacional Cláudio Santoro – Brasília. REBEFA 1694, 2021.

92. OLIVEIRA, I. P.; PANTOJA, J. C. Avaliação de desempenho e degradação  
Avaliação de desempenho e degradação de estruturas híbrida. Revista Concreto  
IBRACON 107, 2022.
93. OLIVEIRA, I. P.; PANTOJA, J. DA C.; INOJOSA, L. Modelos para análise  
quantitativa da Degradação do Ambiente Construído: Biblioteca Central da UnB. ,  
2022. SAKARYA - TURKEY: XVIII Congresso Internacional Sobre Patologia E  
Reabilitação Das Construções Cinpar 2022.
94. OLIVEIRA, M. A. Método De Avaliação De Necessidades E Prioridades De  
Reabilitação De Edifícios De Instituições Federais De Ensino Superior, 2013.  
Goiânia - GO: UFG.
95. ORNSTEIN, S. W. Avaliação pós-ocupação : na arquitetura, no urbanismo e no  
design : da teoria à prática. 1º ed. São Paulo-SP, 1990.
96. OUTAY, F.; JABEUR, N.; HADDAD, H.; BOUYAHIA, Z. A Framework For Self-  
Inspection Buildings Based On Augmented Reality Agents. Computing and  
Informatics, v. 41, p. 479–502, 2022.
97. PANTOJA, J. C. Cálculo da carga de colapso plástico de vigas parede via  
modelagem numérica., 2003. Brasília: UnB.
98. PARK, J.; CHANG, S.; LEE, H.; CHO, Y. K. Inspection Data Exchange and  
Visualization for Building Maintenance using AR-enabled BIM. Proceedings of the  
International Symposium on Automation and Robotics in Construction. Anais... . v.  
2022-July, p.483–490, 2022. International Association for Automation and Robotics  
in Construction (IAARC).
99. PELLI, A.; YOKOAMA, Y. Coletânea De Artigos De Avaliação De Imóveis .  
Brasília: Caixa Econômica Federal, 2018.
100. PEREIRA, A. J. D. S. Avaliação Imobiliária e a sua relação com a Depreciação dos  
Edifícios, 2013. FEUP.
101. PEREIRA, A.; PALHA, F.; DE BRITO, J.; SILVESTRE, J. D. Inspection and  
diagnosis system for gypsum plasters in partition walls and ceilings. Construction  
and Building Materials, v. 25, n. 4, p. 2146–2156, 2011.
102. PEREIRA, M. Patrimônio Histórico Arquitetônico. Brasília / DF, 1999.
103. P.G. BERGAN; T.H. SOREIDE. Solution of large displacement and stability using  
the current stiffness parameter. In: Geilo (Org.); Finite Elements in nonlinear  
Mechanics. Anais... . p.647–669, 1977. Trondheim, Norway.

- 104.PIMENTA, J. C. Propostas de Desenvolvimento dos Modelos Clássicos de Valoração da Depreciação Física na Avaliação Imobiliária, 2011. INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA.
- 105.PRIETO, L. C. H. Economia Del Patrimonio Histórico. Economía De La Cultura, v. 792, 2001.
- 106.PROPAY. 5 maiores desafios do home office nessa quarentena. Disponível em: <<https://www.propay.com.br/blog/home-office-quarentena>>. Acesso em: 21/9/2020.
- 107.PUJADAS, F. Z. A. Projeto Da Norma Abnt De Inspeção Predial - Conceitos e Aplicações. Foz do Iguaçu, 2017.
- 108.RADEGAZ, N. J. Avaliações De Bens - Princípios Básicos e Aplicações. 2º ed. São Paulo-SP: LEUD, 2013.
- 109.RADEGAZ, N. J. Introdução A Avaliação De Bens Singulares. Leud ed. São Paulo-SP, 2019.
- 110.RAMBERT, F. Un bâtiment, combien de vies? Paris, Fr, 2015.
- 111.RIBEIRO, S. B.; PERPÉTUO, T. (ORG. ). Patrimônio em transformação: Atualidades e permanências na preservação de bens culturais em Brasília. 2017.
- 112.ROBERTO GONÇALVES, G. A Lógica Do “Elefante Branco”: obsolescência programada do espaço na Copa de 2014. Ateliê Geográfico, v. 7, n. 3, p. 240–256, 2013.
- 113.RUI CALEJO. Gestão de Edifícios - Modelo de Simulação Técnico-económica. 2001.
- 114.SANTOS, J. M. P. Arquitectura Industrial, da obsolescência à reconversão, 2013. Porto , PT: Universidade do Porto.
- 115.SAUVEGARDE, A. D. E. L. A. Document De Madrid. , v. 1, 2012.
- 116.SELO PROCEL. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - Eletrobras. , 1993. Brasília - DF: Governo Federal Brasileiro.
- 117.DA SILVA, C.; COELHO, F.; DE BRITO, J.; SILVESTRE, J.; PEREIRA, C. Statistical Survey On Inspection, Diagnosis And Repair Of 1 Architectural Concrete Surfaces 2. Lisboa, 2018.
- 118.SILVA, D. DE S. T. Gestão e conservação do patrimônio de Brasília: Um estudo comparativo entre metodologias de inspeção brasileiras e internacionais., 2022. Brasília: Universidade de Brasília - UnB.

- 119.SILVEIRA, F. L. Análise do Cálculo da Depreciação de Benfeitorias Utilizando a Vida Útil, de Vários Elementos, Estabelecida pela Norma Brasileira de Desempenho –ABNT NBR 15.575: 2013. , 2013.
- 120.STRAUB, A. Dutch standard for condition assessment of buildings. *Structural Survey*, v. 27, n. 1, p. 23–35, 2009. Emerald Group Publishing Limited. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/02630800910941665>>. .
- 121.SUZUKI, M.; SHIBATA, A. The economic premium of housing certificates aimed at promoting long-life property and transaction of existing housing in Japan. *Journal of Cleaner Production*, v. 366, 2022. Elsevier Ltd.
- 122.THOMSEN, A.; VAN DER FLIER, K. Understanding obsolescence: A conceptual model for buildings. *Building Research and Information*, v. 39, n. 4, p. 352–362, 2011.
- 123.VARGAS, H. *Arquitetura e Mercado Imobiliário*. Barueri, SP, 2014.
- 124.VITRUVIUS, M. P. *O Books Ten em Arquitetura*. New York: Dover Publications, 2012.
- 125.WICHER, E. W.; CHAVES, S.; CAMPELLO, M.; et al. *Gestão pela Qualidade - Volume 3*. 10.5935, 2018.
- 126.YANG, G.; LIU, K.; ZHANG, J.; et al. Datasets and processing methods for boosting visual inspection of civil infrastructure: A comprehensive review and algorithm comparison for crack classification, segmentation, and detection. *Construction and Building Materials*, 21. nov. 2022. Elsevier Ltd.

## ANEXO I - GADH

Para o apoio na utilização desta importante ferramenta para análise de degradação dos imóveis, foi elaborado um guia rápido com a memória de cálculo e instruções aos usuários. A formatação da GADH exige que os relatórios sejam impressos em formato A3, sendo os principais campos indicados na figura abaixo:

DESCRITIVO GERAL			Descrição técnica, detalhes dos elementos em falta e características especiais											
Endereço: Rua espaço aberto n.º 1960			Localização de escritórios em área urbana - Acessibilidade é fundamental no caso de edificações comerciais											
Data de Avaliação: 27/08/2021 A1 5			Possui 5 pavimentos com escritórios comerciais, sem uso residencial											
Avaliador: LabRAC III EDIF ESCRITÓRIOS			Apesar da não existência de condicionadores de ar, o imóvel possui desempenho confortável.											
ELEMENTOS			CRITÉRIOS A SEREM PREENCHIDOS							NOTAS CALCULADAS				
Principais campos		Detalhes dos elementos a serem avaliados		Elementos Principais que impactam na degradação (EM)		Nota de status	Extensão dos danos		RATEIO dos itens em questão		Número de níveis envolvidos		Classificação de degradação	Valor máximo de referência
I. Sistemas ESTRUTURAL			ESTRUTURA											
1	Vigas		x	1	1	25%	25%	0,4	0,4	2	2	0,20	15	
1	Pilares		x	2	2	50%	50%	1	1	1	1	1,00	15	
II. Sistema de vedação Vertical Impermeabilização, isolamento, acabamento			VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS E EXTERNAS - SVVIE											
1	Sistema de Impermeabilização		x	3	3	100%	100%	1	1	5	5	15,00	15	
1	Sistemas de Vedação			1	1	25%	25%	0,3	0,3	3	3	0,23	15	
1	Esquadrias Internas			2	2	75%	75%	1	1	1	1	1,50	3	
III. Sistemas de Instalações			REDES											
1	Instalações hidrossanitárias		x	3	3	100%	100%	1	1	2	2	6,00	15	
1	Instalações elétrica			2	2	50%	50%	0,7	0,7	4	4	2,80	15	
	Ar condicionado		x	SO		75%	75%	0,7	0,7	4	4			
IV. Outros			OUTROS											
1	Acessibilidade		x	OB	3	50%	50%	1	1	4	4	6,00	15	
1	Paisagismo			1	1	20%	20%	0,4	0,4	1	1	0,08	15	
9 Total de itens principais = 9			6		1,33							32,81		123
F NOTA DE DEGRADAÇÃO DOS ELEMENTOS PRINCIPAIS (DM)			44%		G NOTA DE DEGRADAÇÃO DOS ELEMENTOS GERAIS (DG)							27%		
					H INDICADOR DE DEGRADAÇÃO (ID)							0,35		
												Degradação Inexistente ou Fraca		

A "Descrição geral" destinada a fornecer informações gerais sobre a avaliação (data da avaliação, nome do organismo de avaliação), sobre o alojamento ou edifício (endereço, data)

B Espaço livre que permite ao operador inserir indicações técnicas ou observações, além da avaliação, para explicar ou

C Os elementos a serem descritos na sequência do diagnóstico técnico efectuado, elencados por família de acordo com o tipo de habitat (obra estrutural, redes, equipamentos,

D Os critérios a serem preenchidos: pontuação de condição, extensão dos distúrbios, pro rata dos elementos em questão, número de níveis / cômodos da residência ou

E as pontuações calculadas: a pontuação de degradação (resultado resultante da informação sobre os critérios após a avaliação) e a pontuação correspondente ao valor máximo de referência (pontuação de degradação máxima que pode ser obtida na habitação ou edifício)

F Nota de deterioração para elementos principais (MD): resultante do resultado das notas de status apenas para esses elementos

G a pontuação de degradação geral (DG): resultante da razão entre a pontuação de degradação e o valor máximo de referência (integrando todos os elementos)

H indicador de degradação (ID): a partir das duas classificações (DM e DG). As zonas de degradação são predefinidas pela Anah de acordo com 3 categorias:  
- degradação inexistente ou fraca;

Cada campo da grade tem-se:

- A. Descrição geral, destinada a fornecer informações gerais sobre a avaliação (data da avaliação, nome do organismo de avaliação); sobre o alojamento ou edifício (A1 - endereço, A2 - data de construção, A3 - nome do avaliador); entre outros, como área superficial, número de quartos e níveis, e consumo de energia);
- B. Espaço livre, no qual o operador insere indicações técnicas ou observações, além da avaliação para explicar ou apoiar a classificação. O texto é livre, mas é fundamental que se declare pontos importantes como: 1) Por que os elementos e ou sistemas foram considerados principais (EP) – campos que estão marcados com “X” na coluna “C3”; e 2) Explicações do rateio sobre

o número exato de andares e/ou quartos da residência ou edifício, coluna “D3”;

C. Descreve os grupos de elementos e sistemas que estão sendo analisados. A Tabela 70 apresenta as colunas com as informações correspondentes a cada campo;

Tabela 70 - Colunas dos elementos da GADH.

Coluna	Campo de preenchimento
C1	Grupos principais - deve registrar o grupo de elementos ou sistemas que serão analisados.
C2	Detalhes dos elementos e sistemas - deve registrar os elementos ou sistemas que serão analisados.
C3	Elementos principais que impactam a degradação - os elementos cuja influência na degradação é impactante ou <i>Éléments majeurs</i> (EM). São os elementos que podem comprometer a estabilidade ou ocupação do imóvel.
C4	Registra em qual grupo os elementos e ou sistemas estão inseridos;
C5	Apresenta quantos elementos ou sistemas estão sendo considerados principais dos grupos e subgrupos analisados;
C6	Apresenta a soma de todos os elementos considerados como principais. Valor total dos campos C5.

D. Os critérios a serem preenchidos: pontuação de condição, extensão dos distúrbios, pro rata dos elementos em questão, número de níveis/cômodos da residência ou edifício, seguindo as dicas da Tabela 71;

Tabela 71 - Coluna de critérios a serem preenchidos.

Coluna	Campo de preenchimento
D1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nota de Status - Registrar o status atual da degradação variando de 0 (bom estado) a 3 (não cumpre mais sua função). Neste campo, podem ainda ser preenchidas três informações importantes a respeito do elemento ou sistema que está sendo analisado:</li> <li>• "OB" (obrigatório) - A ausência ou inexistência do elemento afetará o uso do imóvel;</li> <li>• "SO" (sem observação) - A ausência ou inexistência do elemento não afeta o uso do imóvel;</li> <li>• "NV" (Não Vistoriado) - Não foi percebido pelo vistoriador, três elementos ou sistemas analisados com a chancela “NV” significam que a vistoria deverá ser refeita;</li> <li>• Mais orientações estão no item 5.1.1.2 e nos itens 5.1.1.5 e 5.1.1.6;</li> </ul>
D2	Extensão do dano no elemento - Registrar o quanto da degradação informada na coluna D1 está afetando o elemento ou sistema no pavimento em vistoria. É um valor indicado em porcentagem, variando de 0,00% (Sem danos) a 100% (Inconformidade generalizada). Vide item 5.1.1.2.
D3	Rateio da degradação para outros níveis. Indica em porcentagem quanto a degradação está presente nos outros pavimentos. Sua representação numérica deve ser registrada entre 0 (em outros pavimentos a degradação do elemento e ou sistema não afetou nada) a 1 (a degradação afetou todo o elemento e ou sistema de outros pavimentos). Se a degradação estiver presente somente em um pavimento, o sistema já insere o valor automático um. Mais orientações estão no item 5.1.1.3.

Tabela 71 (Cont.)

D4	Número de andares onde foram detectadas a degradação. Deve ser preenchido somente se houver mais de um afetado pela degradação vistoriada. O modelo de cálculo da GADH já prevê o valor unitário no caso deste campo não ser preenchido.
D5	<p>Soma a nota de status (D1) degradação somente dos elementos e ou sistema que foram considerados principais na coluna (C3) e divide pelo número total de elementos considerados principais. A equação (20) final será indicando as colunas será:</p> $D5 = \frac{SOMA (D1')}{C6} \quad (20)$ <p>Onde:  D5 - Soma total dos status dos elementos principais (EM);  D1' - Somente elementos e ou sistemas considerados como principais (EM) e indicados com "X" na coluna C3  C6 - Total de elementos e ou sistemas considerados como principais (EM). É a soma de todos os subtotais C5.</p>

- E. As pontuações calculadas: a pontuação de degradação (resultante da informação sobre os critérios pós-avaliação) e a pontuação correspondente ao valor máximo de referência (pontuação de degradação máxima obtida na habitação ou edifício).

Tabela 72 - Colunas notas calculadas GADH.

Coluna	Campo de preenchimento
	<p>Valor da degradação do elemento - apresenta o valor computado do elemento ou sistema analisado, principal ou não analisado. A equação (21) que representa é o valor na célula:</p> $E1 = D1 * D2 * D3 * D4 \quad (21)$ <p>Onde:  E1 - valor final da degradação do elemento e ou sistema;  D1 - nota de status do elemento e ou sistema;  D2 - extensão do dano no elemento e ou sistema;  D3 - rateio dos danos para outros níveis.</p> <p>Observação: Quando existem as classificações "OB", "SO" ou "NV" na coluna D1 do elemento ou sistema, o valor final calculado de E1 = 0 (zero), pois estão ausentes ou não foram vistoriados.</p>
E2	<p>Valor máximo de referência - representa o máximo que o valor E1 poderá atingir. O valor adotado neste campo pela GADH pode variar de:</p> $E2 = \begin{cases} 3, & \text{nos casos em que da está presente em um único nível} \\ 3 * D4, & \text{existência da degradação mais níveis.} \end{cases}$

- F. Nota de degradação para elementos principais (DM): resultado das notas de status apenas para esses elementos ou sistemas. Mais informações estão descritas no item 5.1.1.8;

G. Pontuação de degradação geral (DG): resultante da razão entre a pontuação de degradação e o valor máximo de referência (integrando todos os elementos). Mais informações estão descritas no item 1.2.2.3;

H. Indicador de degradação (ID): a partir das duas classificações (DM e DG). As zonas de degradação são predefinidas pela Anah, de acordo com 3 categorias: degradação inexistente ou fraca, degradação média e degradação muito significativa. Mais informações estão descritas no item 1.2.2.4 .

Com esses dados é possível efetuar o cálculo dos elementos ou sistemas principais e gerais degradados.

#### **5.1.1.1. CÁLCULO DA PONTUAÇÃO**

O modelo matemático proposto é eficiente para análise de grupo de sistemas ou elementos, pois a lógica é a comparação de quanto dos elementos principais (EM) estão degradados em relação aos outros elementos inspecionados.

A metodologia de uso da grade para avaliação da degradação do habitat calcula o índice de degradação, baseada em três critérios: "nota de condição", "extensão dos problemas", "proporção dos danos nos elementos/sistemas em questão". Todas essas informações estão em colunas no campo D.

As duas primeiras colunas a serem avaliadas para todos os elementos/sistemas permitem uma descrição global do estado do elemento/sistema e da extensão das disfunções ou manifestações patológicas. As duas últimas colunas do campo D – “rateio dos itens em questão” e “número de níveis envolvidos” –, permitem medir a extensão dos danos nos componentes, de acordo com o número de níveis ou o número de divisões da habitação ou edifício. Os elementos cuja influência na degradação é impactante são indicados na coluna "elementos principais que impactam a degradação" ou *Éléments majeurs* (EM). Por tratar-se de um processo de padronização, o guia de usuário da Anah complementa as informações a seguir:

#### **5.1.1.2. CLASSIFICAÇÃO DA CONDIÇÃO E EXTENSÃO DA DEGRADAÇÃO**

Após a análise dos problemas observados durante a visita, a avaliação de cada elemento e seus componentes diz respeito à necessidade de intervenção (nota de status) e a extensão dos problemas observados (extensão da degradação). É essencial completar a

"nota de status" e a "extensão dos problemas", paralelamente, para especificar com maior precisão o estado do dano ou manifestação patológica que está degradando o imóvel.

A nota de status, como se observa na Tabela 73, apresenta quatro valores para descrição do elemento:

Tabela 73 - Nota de status. Fonte: adaptado em layout de Anah (2011)

Nota	Condição de referência
0	Elemento em bom estado, não necessitando de intervenção.
1	Elemento que requer intervenção ou reparo sem substituição.
2	Elementos ou componentes que requerem uma intervenção mista (um retrabalho em uma peça e um substituto na outra, por exemplo).
3	Elemento ou componente do elemento que não cumpre mais sua função e requer substituição ou na ausência de um elemento que deve ser criado.

A coluna intitulada "dano" não trata de medir a área exata do elemento a ser reparado, mas dar uma proporção sobre a degradação ou o mau funcionamento observado para descrever sua extensão:

Tabela 74 - Nota de dano. Fonte: adaptado em layout de Anah (2011)

Dano	Extensão de referência
0%	Sem danos.
25%	Com problemas isolados ou pontuais de baixa magnitude.
50%	Com inconformidades nos elementos/sistema principais – extensão média.
100%	Inconformidades generalizadas em todo o elemento/sistema – alta magnitude

Observações importantes referem-se ao caso de um elemento ausente que não está sendo criado ou sem observação, o que implica na utilização da sigla "SO" (sem observação), como em edificações que não possuem elevador ou telhas.

Se houver necessidade de uma intervenção mista ou parcial sobre um elemento, sugere-se a nota da condição de referência "2". Entretanto, as instruções fornecidas no guia da Anah indicam que é necessário verificar essa nota com cautela, pois o elemento ou sistema pode ter sido objeto de uma intervenção parcial em fase anterior do trabalho.

### 5.1.1.3. RATEIO DOS ELEMENTOS, NÚMERO DE NÍVEIS E/OU CÔMODOS DA UNIDADE

Para alguns elementos, a nota de status e a extensão do dano não são suficientes para descrevê-los com precisão. O critério de "pro rata de elementos afetados" permite especificar a quantidade de elementos impactados pela degradação.

O número exato de andares e/ou quartos da residência ou edifício em questão devem ser inseridos na descrição geral. Esses dados são transferidos, automaticamente, no cálculo da nota geral de degradação.

#### **5.1.1.4. ELEMENTOS AUSENTES OU NÃO VISTORIADOS**

Todas as inspeções visuais possuem especificidades. É comum o inspetor deparar-se com elementos inexistentes, sem observação, não aplicável ao imóvel ou mesmo itens não vistoriados. É imprescindível analisar cada caso com a sua especificidade. Para apoiar essa avaliação, o guia de utilização da GADH antecipa algumas soluções para os pontos mais recorrentes.

#### **5.1.1.5. ELEMENTOS INEXISTENTES**

Para cada inspeção, um grupo de elementos e ou sistemas é selecionado, em conformidade com a separação da moradia ou do edifício para avaliar o nível de degradação. Entretanto, dependendo do tipo de moradia, alguns elementos da grade podem não existir na moradia ou edifício em questão. Para automatização dos cálculos e adaptação ao mercado brasileiro, os casos de elementos inexistentes foram divididos em três grupos:

- a) No caso de um elemento ausente cuja inexistência tenha impacto na avaliação física da moradia ou edifício e cuja criação seja necessária, a sigla “OB” (obrigatório) deve ser anotada no campo de status. A ausência ou inexistência do elemento afeta a avaliação final, devendo ser registrada com o valor máximo “3”, o que impacta nas notas finais de degradação dos elementos principais (DM), elementos gerais (DG) ou Indicador de degradação da edificação (DM, DG e ID). A classificação “OB”, em seu conceito original, somente atende aos equipamentos ausentes. Na adaptação ao mercado brasileiro, esse conceito deve ser utilizado para equipamentos urbanos, como acessibilidade e elevadores.
- b) O critério "SO" (sem observação) está ausente e não impacta na avaliação dos indicadores de degradação.

#### **5.1.1.6. ITENS NÃO VISTORIADOS**

Para os elementos não vistoriados ou não vistos durante o diagnóstico *"in situ"* e que, portanto, não podem ser avaliados, o guia do usuário da Anah indica para o vistoriador registrar a ausência do lapso no campo de descrição geral. Esses elementos são indicados como "NV" (Não Vistoriado), na coluna da nota de status.

Em caso de repetição, mais de 3 elementos "NV", a inspeção será descartada.

#### **5.1.1.7. CONSOLIDAÇÃO DOS DADOS**

Analisar a degradação de uma habitação ou edifício baseia-se na avaliação de duas notas: "a nota de degradação dos elementos principais" (DM) e a "nota de degradação geral" (DG).

#### **5.1.1.8. DEGRADAÇÃO DOS ELEMENTOS PRINCIPAIS (DM)**

É igual à relação entre a média das diferentes pontuações das condições dos elementos principais (0 a 3) e a pontuação mais alta destas condições (3). É a medida do nível de intervenção necessária sobre os elementos principais ou "*Major element Degradation score*" (DM).

Trata-se de pontuação indicativa, que deve ser avaliada em relação à "pontuação de degradação geral".





DESCRITIVO GERAL			
Endereço	<b>COMÉRCIO</b>	ano	1960
Data de Avaliação	27/08/21	PAV	1
Avaliador	LabRAC	TIP	CASAS DE ALVENARIA

**B Descrição técnica, detalhes dos elementos em falta e características especiais**

-Edificação com dois módulos históricos - construídos em madeira, sem conforto térmico e acústico.  
-Possui 8 módulos de um pavimentos contando o ginásio de esportes

-Os módulos históricos possuem o sistema de vedação com função estrutural também. Em geral possui grande degradação e sinais de infestação por cupins e fungos. Alto grau de degradação da estrutura de madeira desta área.

-foi instalado ar condicionado na parte administrativa, mas não há registros de manutenção ou dimensionamento do equipamento.

-Acessibilidade, sistema de combate a incendio, sistema de drenagem estão severamente comprometidos.

ELEMENTOS		
Principais campos	Detalhes dos elementos a serem avaliados	Elementos Principais que impactam na degradação (EM)
ANÁLISE MACRO DO IMÓVEL	<b>SISTEMAS</b>	
	1 Estrutura	x
	1 Alvenaria	
	1 Revestimento	
	1 Pintura	
	1 Piso	
	1 Cobertura	x
	1 Forro	
	1 Esquadrias	
	1 Inst Hid	x
	1 Inst.Ele	x
1 Ar Cond		
11 Total de itens principais vistoriados = 11 (desconsiderando o NA)		4

CRITÉRIOS A SEREM PREENCHIDOS				
Nota de status	Extensão dos danos	RATEIO dos itens em questão		Número de níveis envolvidos
1	1	8%	0,1	0,25
1	1	2%	0	0,25
1	1	8%	0,1	0,25
2	2	100%	1	1
2	2	3%	0	0,25
2	2	2%	0	0,25
2	2	80%	0,8	1
1	1	8%	0,1	0,25
1	1	100%	1	1
2	2	3%	0	0,25
1,50				

NOTAS CALCULADAS	
Classificação de degradação	Valor máximo de referência
0,02	3
0,01	3
0,02	3
0,01	3
2,00	3
0,02	3
0,01	3
1,60	3
1,00	3
0,02	3
6,31	33

<b>F</b>	NOTA DE DEGRADAÇÃO DOS ELEMENTOS PRINCIPAIS (DM)	0,50
----------	--	------

<b>G</b>	NOTA DE DEGRADAÇÃO DOS ELEMENTOS GERAIS (DG)	0,19
<b>H</b>	INDICADOR DE DEGRADAÇÃO (ID)	0,33
Degradação Inexistente ou Fraca		

## ANEXO II - CARTAS PATRIMONIAIS

CARTAS PATRIMONIAIS seleção de Cury (2004) e Köhler (2019)

ANO	LOCAL	TITULO	CONTEÚDO
1931	Atenas	Carta de Atenas Escritório Internacional dos Museus	Foco para o reconhecimento de uma ação interdisciplinar na conservação dos monumentos Responsabilidade dos Estados de inventariar os seus bens (documentação internacional).
1933	Atenas	Carta de Atenas CIAM - Congresso internacional de Arquitetura Moderna	Análise dos problemas e sugestões para a cidade, baseadas nas 4 funções do urbanismo: habitar, trabalhar, recrear-se e circular.
1956	Nova delhi	Recomendação que define os princípios internacionais a serem aplicados em matéria de pesquisas arqueológicas Conferência Geral da UNESCO - 9 <sup>o</sup> sessão	Responsabiliza o Estado quanto à proteção do seu patrimônio arqueológico com indicações para criação de coleções, ações educativas. Quanto à pesquisa: o pesquisador estrangeiro seria regido pelo mesmo regime que o pesquisador nacional. Reforça abertura para a colaboração internacional
1962	Paris	Recomendação relativa à salvaguarda da beleza e do caráter das paisagens E sítios Conferencia Geral da UNESCO 12 <sup>o</sup> sessão	Proteção, salvaguarda e controle não apenas aos sítios isolados, mas aos territórios aos quais eles pertençam. Estímulo a criação pelos Estados de órgãos governamentais e apoio a não-governamentais de proteção. Enfoque na questão educativa.
1964	Veneza	Carta de Veneza Carta internacional sobre conservação e restauração de monumentos e sítios II Congresso internacional de arquitetos e técnicos dos monumentos históricos	Foco na necessidade de um "plano internacional" de conservação e restauração dos monumentos. Definição de monumento histórico e sua conservação e restauração como atividade interdisciplinar ( ciência e técnicas). A consevação depende de sua "função útil a sociedade", mas com limites nas adaptações. Não se deve deslocar o monumento, apenas sob perigo de perda.
1964	Paris	Recomendação sobre medidas destinadas a proibir e impedir a exportação, a importação e a transferência de propriedades ilícitas de bens culturais Conferência Geral da UNESCO - 13 <sup>o</sup> sessão	Definição de "bens culturais". Recomenda o controle sobre as exportações dos bens. Medidas Identificação e inventário dos bens, instituições de proteção, acordas bilaterais e multilaterais, colaboração internacional, restituição ou repatriação de bens, publicidade em caso de desaparecimento de bem, direito dos adquirentes de boa fé e ação educativa.
1967	Quito	Normas de Quito - Reunião sobre conservação e utilização de monumentos e sítios de interesse histórico e artístico	Alerta sobre a situação de urgência dos bens e responsabilidades dos governos da América Ampliação do conceito de monumento ao espaço. Exposição do perigo da perda dos monumentos da região Ibero Americana por falta de "política oficial" que alie a valorização do patrimônio ao benefício econômico Solução ' política de planejamento urbano" que valorize o patrimônio Apresentação dos monumentos como recursos econômicos. "Os monumentos em função do turismo."
1968	Paris	Recomendação sobre a conservação dos bens culturais ameaçados pela execução de obras públicas ou privadas Conferencia Geral da UNESCO 15 <sup>o</sup> sessão	Os "bens culturais" diante da problemática do crescimento das cidades. Medidas de preservação e salvamento: legislação: financiamento; medidas administrativas: métodos de preservação e salvamento dos bens culturais; sanções; reparações: recompensas. assessoramento; programas educativos

1970	Brasília	Compromisso de Brasília 1º Encontro dos governadores de Estado, secretários estaduais da área cultural, prefeitos de municípios interessados, presidentes e representantes de instituições culturais	Ministro Jarbas Passarinho. Resumo de recomendações expostas em cartas patrimoniais anteriores. Enfatizando a responsabilidade de governos e secretarias testadas e municípios) com a conservação, preservação, catalogação e políticas educativas dos bens culturais. Determina criar órgãos de defesa onde ainda não existam, em conformidade com os Conselhos Estaduais de Cultura. Especificações educativas como inclusão no currículo escolar de História do Arte no Brasil Encaminhamento para a criação do Ministério da Cultura, Carta anexa assinada por Lúcio Costa.
1971	Salvador	Compromisso de Salvador II Encontro de governadores para preservação do patrimônio histórico, artístico, arqueológico e natural do Brasil	Realizado pelo Ministério da Educação e Cultura e pelo IPHAN Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Recomenda-se a criação do Ministério da Cultura e secretarias ou fundações estaduais. Outras recomendações sobre o plano urbanístico com valorização dos sítios históricos: solicitada a parceria entre Estado e universidades
1972	Itália	Carta do Restauro Ministério da Instrução Pública Governo da Itália	Orientação técnica sobre o processo de restauro em diferentes suportes/categorias: objetos arqueológicos. Arquitetônicos, pictóricos e escultóricos; instruções para a tutela dos centros históricos (reestruturação urbanística, reordenamento viário e revisão dos equipamentos urbanos)
1972	Estocolmo	Declaração de Estocolmo - Declaração sobre o ambiente humano	Recomendações para a melhoria da qualidade de vida e meio ambiente
1972	Paris	Convenção sobre a salvaguarda do patrimônio mundial, cultural e natural Conferência Geral da Unesco - 17ª sessão	Definições do patrimônio cultural e natural e sua proteção nacional e internacional. Criação de um comitê intergovernamental. Criação do "Fundo do Patrimônio Mundial" Definição para as condições para assistência internacional Programas educativos.
1974	São Domingos	Resolução de São Domingos - I Seminário interamericano sobre experiências na conservação e restauração do patrimônio monumental dos períodos colonial e republicano	Recomendações no plano social e econômico e proposta operativas: resgate de informações nos arquivos; plano educacional, valorização do turismo, criação de uma Associação Interamericana de Arquitetos e Especialistas na Proteção do Patrimônio Monumental; criação de um fundo de emergência.
1975	Amsterdã	Declaração de Amsterdã - Congresso do patrimônio arquitetônico europeu	Firma o patrimônio arquitetônico europeu como patrimônio mundial (construções isoladas, conjuntos, bairros, cidades e aldeias). Necessidade de incentivo financeiro e programas de educação. O patrimônio como um dos objetivos do patrimônio urbano. Políticas para conservação integrada.
1975	Amsterdã	Manifesto de Amsterdã - Carta europeia do patrimônio arquitetônico	Em referência ao "Ano europeu do patrimônio arquitetônico". Promoção de uma política de conservação integrada, passando pelo planejamento urbano e regional.
1976	Nairóbi	Recomendação relativa à salvaguarda dos conjuntos históricos E sua função na vida contemporânea - Conferência Geral da Unesco - 19ª sessão	Definição de conjunto histórico ou tradicional. sua importância como "patrimônio universal insubstituível e medidas de salvaguarda (jurídicas, administrativa, técnicas, econômicas e sociais) Recomendações para pesquisa, ensino, inflamação e cooperação internacional.
1977	Machu Picchu	Carta de Machu Picchu - Encontro internacional de arquitetos	Revisão da Carta de Atenas, revisão e ampliação de conceitos e recomendações: cidade-região, crescimento urbano, conceito de setor, moradia, transportes na cidades, disponibilidade do solo urbano, recursos naturais, preservação, tecnologia, projeto urbanístico e arquitetônico.

1980	Austrália	Carta de Burra	Realizado pelo ICOMOS Conselho internacional de monumentos e sítios. Definições do documento: bem. significado cultural, substância, conservação, manutenção, preservação, restauração, reconstrução, adaptação, uso compatível. Recomendações quanto a: conservação, preservação, restauração, reconstrução, adaptação e procedimentos
1981	Florença	Carla de Florença	Realizado pelo ICOMOS e Comitê internacional de jardins e sítios históricos. Definição e objetivos e recomendações para manutenção, conservação, restauração, utilização, proteção legal e administrativa de jardins históricos e sítios.
1982	Nairóbi	Declaração de Nairóbi Assembleia mundial dos Estados	Realizado pela UNEP - Organização das Nações Unidas para o Meio Ambiente Revisão da conferência de Estocolmo. Recomendações para proteção e melhoramento do meio ambiente
1982	México	Declaração de Tlaxcala - 3º Colóquio interamericano sobre a conservação do patrimônio monumental Revitalização das pequenas aglomerações - ICOMOS	Conceito de cultura, identidade cultural e patrimônio cultural. Discussão sobre a "Dimensão cultural do desenvolvimento", cultura e democracia, relação entre cultura, educação, ciência e comunicação. Recomendações para a cooperação cultural internacional
1985	México	Declaração do México - Conferência mundial sobre as políticas culturais	Conceito de cultura, identidade cultural e patrimônio cultural. Discussão sobre a "Dimensão cultural do desenvolvimento", cultura e democracia, relação entre cultura, educação, ciência e comunicação. Recomendações para a cooperação cultural internacional.
1986	Washington	Carta de Washington - Carta internacional para a salvaguarda de cidades históricas	Definição de cidade histórica Princípios e objetivos da salvaguarda de burros e cidades históricas. Métodos e instrumentos: estudo multidisciplinar com observância à Carta de Veneza e desta.
1987	Petrópolis	Carta de Petrópolis 1 - "Seminário brasileiro para preservação e revitalização de centros históricos"	Definição de "sítios históricos" e recomendação legal a partir instrumentos: tombamento, inventário, normas urbanísticas, isenções e incentivas. declaração de interesse cultural e desapropriação. "Valor social" considerado maior que o valor de mercadoria.
1989	Cabo Frio	Carta de Cabo Frio - Vespuciana Encontro de Civilizações nas Américas	Encontro em homenagem ao navegador Américo Vespúcio.
1989	Paris	Recomendação sobre a salvaguarda da cultura tradicional popular - Conferência Geral da UNESCO 25ª Reunião	Definição da cultura tradicional e popular. Recomendações para identificação, conservação, salvaguarda, difusão, proteção e cooperação internacional
1990	Lausanne	Carta de Lausanne - Carta para a proteção e a gestão do patrimônio arqueológico	Continuação da Carta de Veneza. Definição de patrimônio arqueológico. Políticas de conservação integrada: Legislação e economia; Inventário; Intervenções no sítio: Preservação e conservação; Qualificações profissionais.
1992	Rio de Janeiro	Carta do Rio - Conferência geral das Nações Unidas sobre o meio ambiente e o desenvolvimento	Reafirma a Declaração de Estocolmo, apresenta 27 princípios sobre questões ambientais e desenvolvimento sustentável.
1994	Nara	Conferência de Nara - Conferência sobre autenticidade em relação a convenção do Patrimônio Mundial	Considera a diversidade cultural e de patrimônio.
1995	Brasília	Carta de Brasília - Documento regional do Conesul sobre autenticidade	A necessidade de discutir a questão da "autenticidade", diante da realidade regional de uma cultura sincretista e de uma cultura de resistência". Autenticidade e identidade; Autenticidade e mensagem. Autenticidade e contexto; Autenticidade e materialidade. Graduação da autenticidade; Conservação da autenticidade

1995		Recomendação nº R (95) 9 - Sobre a conservação integrada das áreas de paisagens culturais como integrantes das políticas paisagísticas	Adotada pelo comite de ministros em 11 de setembro de 1995. por ocasião do 543º encontro de vice-ministros. Conselho Europeu Comité de Ministros. Faz referência a outros documentos patrimoniais (alguns não listados aqui). Traz em anexo, definição de paisagem e paisagem cultural. Recomendações. "Implementação de políticas de paisagem" incluindo paisagem cultural.
1995	Sofia	Carta internacional do ICOMOS sobre proteção e gestão do patrimônio subaquático	Recomendações gerais sobre o uso, salvaguarda e exploração do "patrimônio subaquático" compreendido em "águas interiores, costeiras, mares e oceano".
1996	Sofia	Declaração de Sofia - XI Assembleia Geral do ICOMOS	Defende o "pluralismo cultural" " <i>Sejamos convocados a considerar o patrimônio cultural em função do contexto geral, levando-se em conta a diversidade e a especificidade das culturas</i> "
1997	Mar del Plata	Documento do Mercosul - Carta do Mar del Plata sobre o patrimônio intangível	Aponta a "integração cultural" como prioridade. Recomendações para o registro, catalogação, estudo e difusão do patrimônio intangível.
1997	Fortaleza	Carta de Fortaleza - Patrimônio imaterial: estratégias e formas de proteção.	"Em comemoração aos 60 anos do IPHAN, Responsabilidades do IPHAN: "identificar, documentar, proteger, fiscalizar, preservar e promover o patrimônio cultural brasileiro."
1999	Colômbia	Decisão 460 - Sobre proteção e recuperação de bens culturais do patrimônio arqueológico, histórico, etnológico, paleontológico e artístico da comunidade Andina	" <i>A presente decisão tem por objetivo promover políticas e normas comuns para a identificação, registro, proteção, conservação, vigilância e recituação dos bens que integram o patrimônio cultural dos países da Comunidade Andina e também e também para conceber e por em prática ações que impeçam sua importação, exportação e transferência ilícita entre países-membros e terceiros.</i> "
2003	Paris	Convenção para a Salvaguarda do Patrimônio Cultural Imaterial. Conferência Geral da UNESCO - 32º sessão	<i>A convenção cria duas listas, a saber: a) a Lista Representativa do Patrimônio Cultural Imaterial da Humanidade; e b) a Lista do Patrimônio Cultural Imaterial que Requer Medidas Urgentes de Salvaguarda. A convenção também incorporou, à primeira lista, todos os bens culturais imateriais então constantes na supracitada proclamação. Trata-se de mais uma carta patrimonial que considera a globalização como uma ameaça ao patrimônio cultural imaterial</i>

CARTAS PATRIMONIAIS Fonte: Adaptado de CURY. Isabelle (Org.) E Khoer