

**DIRETRIZES PARA A CONSERVAÇÃO PATRIMONIAL A  
PARTIR DA AVALIAÇÃO DE DEPRECIÇÃO DO  
AMBIENTE CONSTRUÍDO**

**IBERÊ PINHEIRO DE OLIVEIRA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ARQUITETURA E  
URBANISMO  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA EM ARQUITETURA E  
URBANISMO**

**FACULDADE DE ARQUITETURA E  
URBANISMO**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

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

**DIRETRIZES PARA A CONSERVAÇÃO PATRIMONIAL A**  
**PARTIR DA AVALIAÇÃO DE DEPRECIAÇÃO DO**  
**AMBIENTE CONSTRUÍDO**

**IBERÊ PINHEIRO DE OLIVEIRA**

**ORIENTADOR: CARLOS EDUARDO LUNA DE MELO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ARQUITETURA E**  
**URBANISMO**

**PUBLICAÇÃO:**

**BRASÍLIA/DF: **XXX****

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

**DIRETRIZES PARA A CONSERVAÇÃO PATRIMONIAL A PARTIR  
DA AVALIAÇÃO DE DEPRECIÇÃO DO AMBIENTE  
CONSTRUÍDO**

**ENG. IBERÊ PINHEIRO DE OLIVEIRA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO 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 MESTRE EM ARQUITETURA E URBANISMO.

APROVADA POR:

---

**Prof. Carlos Eduardo Luna de Melo, DSc (FAU/UnB)**  
(Orientador)

---

**Prof. João da Costa Pantoja, DSc (FAU/UnB)**  
(Examinador Interno)

---

**Prof. Jorge Antonio da Cunha Oliveira, DSc (UniCeub)**  
(Examinador Externo)

**BRASÍLIA/DF, 15 de fevereiro de 2019**

## FICHA CATALOGRÁFICA

OLIVEIRA, IBERÊ PINHEIRO

Diretrizes para Conservação Patrimonial a Partir da Avaliação da Depreciação do Ambiente Construído. [Distrito Federal] 2019.

xiv, 114p., 210 x 297 mm (FAU/ UnB, Mestre, Arquitetura, 2019).

Dissertação Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

1. Ross Heidecke 2. Deterioração

3 Depreciação. 4. Degradação 5. Desempenho

I. FAU/PPG/UnB II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

OLIVEIRA, I. P. (2019). Diretrizes para Conservação Patrimonial a Partir da Avaliação da Depreciação do Ambiente Construído. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Publicação **XXX**, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 114p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Iberê Pinheiro de Oliveira

TÍTULO: DIRETRIZES PARA A CONSERVAÇÃO PATRIMONIAL A PARTIR DA AVALIAÇÃO DE DEPRECIÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo

GRAU: Mestre ANO: 2019

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta dissertação de Mestrado 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**

Agradeço as famílias Nogueira, Pinheiro e Oliveira por estarem sempre juntos a mim, neste desafio e os diversos exemplos de superação que guiaram meus passos.

Os professores Ivan Manoel Rezende do Vale, Jaime Gonçalves de Almeida, João Costa Pantoja, Márcio Albuquerque Buson, Márcio Augusto Roma Buzar, Vanda Alice Zanoni da PPG FAU e Claudio Henrique de Almeida Feitosa Pereira, José Humberto Matias de Paula da FT/UNB tê-los como educadores é uma satisfação incrível. Obrigado por quebrarem os paradigmas e apresentarem pontos de vista tão fundamentais neste trabalho.

A todos os colegas de pós graduação e a importante contribuição com materiais complementares.

Agradecimento especial ao professor Carlos Eduardo Luna de Melo, sua disponibilidade, ensinamentos, motivação e apoio constante para a qualidade e refinamento destes estudos.

Minha esposa e meus filhos, vocês são minha maior conquista. Obrigado.

**“Lembramos que o único bem que não conseguimos ainda avaliar é o BEM QUERER” (Radegaz Nasser Júnior)**

## RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo apresentar diretrizes para a conservação predial, a partir do cálculo da depreciação de imóveis. Neste sentido, será aplicado o modelo matemático multiparâmetro utilizado no mercado de avaliação imobiliária, que obtêm o valor da depreciação global do imóvel por meio de variáveis qualitativas, como por exemplo, o estado de conservação dos sistemas construtivos. Quanto às ações de manutenção, fundamentais no ciclo de vida do imóvel, é exigido conhecimento técnico referente aos materiais utilizados, projetos, execução de obra e até possíveis sinais de deterioração, que possam gerar perda de desempenho ou depreciação do bem. O grande número de variáveis envolvidas neste processo de manutenção de imóveis retarda o planejamento e investimentos nessa área. A metodologia adotada consiste na aplicação do método de Ross Heidecke modificado, tomando como amostras seis edificações comerciais institucionais, utilizando o coeficiente de depreciação global, calculado a partir do parâmetro estado de conservação. O objetivo geral é analisar a dispersão no cálculo da depreciação de um grupo de edificações através do método de Ross Heidecke modificado que utiliza variáveis qualitativas em sua composição. Os resultados obtidos indicam que a metodologia possui confiabilidade e podem servir de apoio na gestão de investimentos e conservação do ambiente construído. A partir desta constatação foram apresentados três cenários e análises de investimento como diretrizes. A reforma total do imóvel comercial apresentou-se como decisão mais vantajosa restabelecendo a vida útil e a durabilidade.

**Palavras-Chave:** Depreciação, Deterioração, Desempenho, Ross-Heidecke, Conservação predial.

## **ABSTRACT**

This work has the proposal to introduce guidelines for the conservation of buildings from the calculation of the depreciation of realty. In this manner, will be applied the mathematical multi-parameter model used in the market value, that obtains the value of the global property depreciation through qualitative variables such as the conservation state of constructive systems. As for maintenance actions, fundamental element in the life cycle of the property, it is required technical knowledge concerning materials used, projects, quality of implementation of the work and even the possible signs of deterioration that may generate loss of performance or depreciation. The failure to consider the large number of variables involved in this process slows down the planning and investments in the maintenance scenario. The methodology adopted is the application of the modified method of Ross Heidecke in six commercial institutional buildings and verify the global depreciation coefficient calculated on the basis of conservation state parameters qualified by six different technicians, obtaining therefore 36 sample data. The overall objective is to check the subjectivity of the qualitative variable, using statistical tools, in the end result of the depreciation of the properties and the possibility of using the same coefficient, as reference in investment actions and conservation interventions of realty. It is an unexplored niche market in Brazil, but significant to the economy, being an academic contribution in opening opportunities for professionals in architecture and engineering. The results of this study indicates that the methodology used is reliable and can serve as support in the management of the building's investments and conservation. Based on this observation, the three scenarios and investments were analyzed and presented as guidelines. As conclusion the most advantage decision is the total repair of the commercial property, recovering the useful life and durability.



Keywords: Depreciation, Deterioration, Performance, Ross-Heidecke, Preservation.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1	MOTIVAÇÃO DA PESQUISA	1
1.2	OBJETIVOS	4
1.3	METODOLOGIA	4
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	5
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>6</b>
2.1	O CICLO DE VIDA EM IMÓVEIS COMERCIAIS	6
2.2	NORMAS PARA AVALIAÇÃO DA DEPRECIAÇÃO, VIDA ÚTIL E CICLO DE VIDA DE IMÓVEIS	8
2.2.1	ABNT 14653 - AVALIAÇÃO DE BENS	8
2.2.2	ABNT NBR 15575 – EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS – DESEMPENHO	11
2.2.3	ISO 15.686 - BUILDINGS AND CONSTRUCTED ASSETS.	15
2.3	INSPEÇÃO PREDIAL	20
2.4	DETERIORAÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS	22
2.4.1	DETERIORAÇÃO DO SISTEMA ESTRUTURAL	23
2.4.2	DETERIORAÇÃO DO SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS E EXTERNAS – PAREDES.	23
2.4.3	DETERIORAÇÃO DO SISTEMA DE VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS E EXTERNAS - ESQUADRIAS	24
2.4.4	DETERIORAÇÃO DE REVESTIMENTO - PAREDES E TETOS.	25
2.4.5	DETERIORAÇÃO DO SISTEMA DE PINTURA	25
2.4.6	DETERIORAÇÃO DO SISTEMA DE PISO	26
2.4.7	DETERIORAÇÃO SISTEMA DE COBERTURA	27
2.4.8	DETERIORAÇÃO SISTEMA DE FORRO	28
2.4.9	DETERIORAÇÃO SISTEMA HIDROSSANITÁRIO	28
2.4.10	DETERIORAÇÃO SISTEMA ELÉTRICO	29
2.4.11	DETERIORAÇÃO SISTEMA DE AR CONDICIONADO	30
2.5	DEPRECIAÇÃO IMOBILIÁRIA	30
2.5.1	MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DA DEPRECIAÇÃO DE IMÓVEIS	32
2.6	PESQUISAS REALIZADAS SOBRE DEPRECIAÇÃO DE IMÓVEIS	43
2.6.1	METODOLOGIA DE ROSS HEIDECKE APLICADO A SISTEMAS	43
2.6.2	MÉTODO DE ROSS HEIDECKE APLICADO A SISTEMAS COMBINADO COM O MÉTODO DOS FATORES	46
<b>3</b>	<b>AVALIAÇÃO DA DEPRECIAÇÃO FÍSICA DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS</b>	<b>50</b>
3.1	INTRODUÇÃO	50
3.2	SÍNTESE TEÓRICA DOS MÉTODOS PROPOSTOS	51
3.2.1	ANÁLISE DO MÉTODO DE ROSS-HEIDECKE MODIFICADO	55
3.2.2	ANÁLISE DO MÉTODO DE ROSS-HEIDECKE MODIFICADO COMBINADO COM MÉTODO DOS FATORES	57
3.3	METODOLOGIA PARA CÁLCULO DO COEFICIENTE DE DEPRECIAÇÃO GLOBAL	59
3.3.1	PARA A CLASSIFICAÇÃO DO IMÓVEL	60
3.3.2	PARA OS REGISTROS HISTÓRICOS DA EDIFICAÇÃO	60

3.3.3	PARA ESCOLHA DOS SISTEMAS	60
3.3.4	PARA A ELABORAÇÃO DO FORMULÁRIO DE INSPEÇÃO	60
3.3.5	PARA A REALIZAÇÃO DA INSPEÇÃO PREDIAL	61
3.3.6	PARA QUALIFICAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS SISTEMAS (Ci)	61
3.3.7	PARA O CÁLCULO DA DEPRECIACÃO DOS SISTEMAS ( $k_i$ )	61
3.3.8	PARA O DIMENSIONAMENTO DO COEFICIENTE GLOBAL DE DEPRECIACÃO DO IMÓVEL ( $K_G$ )	62
3.4	PESQUISA DOCUMENTAL PARA CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	49
3.4.1	CONSERVAÇÃO PREDIAL DE EDIFÍCIOS DOS CORREIOS	51
3.5	PROCEDIMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	63
3.6	APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ROSS-HIEDECKE MODIFICADO	65
3.7	APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ROSS-HIEDECKE MODIFICADO COMBINADO AO MÉTODO DOS FATORES	74
<b>4</b>	<b>DIRETRIZES PARA CONSERVAÇÃO PATRIMONIAL A PARTIR DA AVALIAÇÃO DA DEPRECIACÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO</b>	<b>80</b>
4.1	INTRODUÇÃO	80
4.2	CENÁRIO 1 – RECUPERAR TOTALMENTE O IMÓVEL	81
4.3	CENÁRIO 2 – PREVER INVESTIMENTO FUTURO	82
4.4	CENÁRIO 3 – RECUPERAR PARCIALMENTE O IMÓVEL	84
4.5	DIRETRIZES PARA A CONSERVAÇÃO DE IMÓVEIS COMERCIAIS	86
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</b>	<b>87</b>
5.1	PRELIMINARES	87
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	88
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	<b>90</b>
	APENDICE II – FORMULÁRIO DE INSPEÇÃO PROPOSTO	95
	APENDICE II - IMÓVEIS VISTORIADOS	97

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Gastos com manutenção e reparo em países desenvolvidos	2
Tabela 2 – Exemplos de VUP para diversas partes da edificação	14
<b>Tabela 3- Classificação dos danos</b>	<b>21</b>
Tabela 4 - Critério de Heidecke	37
Tabela 5 – Estado de conservação (C)	38
Tabela 6 - Vida útil estimada para diversas edificações.	41
Tabela 7 – Valores dos fatores para a estimativa da vida útil	47
Tabela 9 – Estrutura de Custo (Ei) do edifício de escritórios,	51
Tabela 10 – Estado de conservação (Ci) dos sistemas de um edifício de escritórios	52
Tabela 11 – Vida útil prevista dos sistemas ( $n_i$ ).	52
Tabela 12 – Coeficiente de depreciação dos sistemas pelo Método de Ross Heidecke modificado	53
Tabela 13 – Coeficiente de depreciação global ( $K_G$ ) – Edifício de escritórios.	54
Tabela 14 – Planejamento de investimentos a partir do cálculo de $K_G$ – Edifício de escritórios.	56
Tabela 15 – Edifício de Escritórios – dados cadastrais	57
Tabela 16 – Vida útil total prevista do sistema ( $VUE_i$ ) – Edifício de escritórios	58
Tabela 8 – Qualificação dos Fatores para os imóveis inspecionados	64
Tabela 17 – Tipo de imóveis encontrados com tipologia	65
Tabela 18 – Estrutura de Custo (Ei) correspondentes ao custo dos sistemas de acordo com a tipologia de edificação	66
Tabela 19 – Dados cadastrais dos Imóveis 1, 2 e 3	68
Tabela 20 – Coeficiente de depreciação global ( $K_G$ ) dos imóveis 1 a 3	69
Tabela 21 – Análise estatística para o cálculo do $K_G$ pelo método de Ross-Heidecke modificado	70
Tabela 22 – Dados cadastrais dos Imóvel 4, 5 e 6	72
Tabela 23 – Coeficiente de depreciação global ( $K_G$ ) dos imóveis 4 a 6	73
Tabela 24 – Análise estatística para o cálculo do $K_G$ pelo método de Ross-Heidecke modificado	74
Tabela 25 – Produto dos fatores (f), variando os Fatores Ambiente Exterior e Nível de Manutenção para imóveis do Grupo 1	75
Tabela 26 – Vida útil prevista – Método dos Fatores – Imóveis do Grupo 1	76
Tabela 27 – Valor de $K_G$ – método de Ross Heidecke modificado, combinando o método dos Fatores – Imóveis do Grupo 1	77
Tabela 28 – Valor de $K_{GM}$ – Coeficiente de Depreciação Global médio – Comparativo dos métodos	78
Tabela 29 – Dados do Imóvel 1	80
Tabela 30 – CENÁRIO 1 – Recuperar totalmente o imóvel 1	81
Tabela 31 – Investimento futuro – imóvel 1	83
Tabela 32 – Progressão do coeficiente de depreciação e o	83
Tabela 32 – Ações de recuperação parcial	85
Tabela 33 – Diretrizes para conservação patrimonial a partir da	86

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – <i>Iceberg</i> dos custos globais de uma edificação	1
Figura 2 – Utilização do CUB de referência de valores	3
Figura 3 – Conceito de Sistema de acordo com a ABNT NBR 15575-1:2013	12
Figura 4 - Custo do ciclo de vida de um imóvel	19
Figura 5 – Inspeção Predial	20
Figura 6 – Deterioração de Sistemas Estruturais	23
Figura 7 – Deterioração de Sistemas de Paredes	24
Figura 8 – Deterioração de Sistemas de Esquadrias	24
Figura 9 – Deterioração de Sistemas de Revestimentos	25
Figura 10 – Deterioração de Sistemas de Pintura	26
Figura 11 – Deterioração de Sistemas de Piso	26
Figura 12 – Deterioração de Sistemas de Cobertura	27
Figura 13 – Deterioração no Sistemas de Forro	28
Figura 14 – Deterioração no Sistemas Hidrossanitário	29
Figura 15 – Deterioração no Sistemas Elétrico	29
Figura 16 – Deterioração no Sistemas de Ar Condicionado	30
Figura 17 - Causas de Depreciação	31
Figura 18 – Fatores que afetam a depreciação	32
Figura 19 – Representação Gráfica Método da Linha Reta	34
Figura 20 – Representação Gráfica do Método de Kuentzle, comparativo ao Método Linear	35
Figura 21 – Representação Gráfica comparativa do Método de Ross x Kuentzle x Linha Reta	36
Figura 22 – Curva de Desempenho x Tempo, análise do $Vra$	40
Figura 23 – Coeficiente de depreciação (C) método de Ross-Heidecke	41
Figura 24 – Fluxograma para cálculo da depreciação global – método de Ross-Heidecke modificado	45
Figura 25 – Fluxograma para cálculo da depreciação global – método dos fatores combinado ao método de Ross-Heidecke modificado	48
Figura 30 – Gráfico do Método de Ross-Heidecke modificado – Cronologia da depreciação dos sistemas	54
Figura 31 – Gráfico do Método de Ross-Heidecke modificado – Coeficiente de depreciação global ( $K_G$ )	55
Figura 32 – Procedimentos para aplicação do método de Ross Heidecke modificado	62
Figura 27- Cronologia arquitetônica do Brasil – Participação dos CORREIOS	50
Figura 28- Ilustrações das fachadas de edifícios postais em diferentes períodos históricos	50
Figura 29 - AC Corinto /MG	51
Figura 26 – Fluxograma de procedimentos adotados	63
Figura 33 – Imóvel comercial 1 e 2 – fachadas	67
Figura 34 – Imóvel comercial 3 – fachadas	67
Figura 35 – Grupo 1 - Coeficiente de depreciação global $K_G$	70
Figura 36 – Grupo 2 – Banco, Edifício de Escritórios e Galpão	71
Figura 37 – Grupo 2 - Coeficiente de depreciação global $K_G$	73
Figura 38 – Coeficiente de depreciação global médio ( $K_{GM}$ )	78

Figura 39 – Investimento necessário para recuperar totalmente o imóvel 1 – Cenário 1	82
Figura 40 – Depreciação Global do imóvel 1 e Investimento previsto durante o ciclo de vida	84
Figura 41 – Imóvel comercial 1-Fachada e área de atendimento	97
Figura 42 – Imóvel comercial 1- área interna e banheiro	98
Figura 43 – Imóvel comercial 2 – Fachada e área de gerência	98
Figura 44 – Imóvel comercial 2 – área interna e banheiro	99
Figura 45 – Imóvel comercial 3 – Fachada e área de expediente	99
Figura 46 – Imóvel comercial 3 – Área interna e banheiro	100
Figura 47 – Imóvel comercial 4 – Fachada e área de produção	101
Figura 48 – Imóvel comercial 4 – Área interna e banheiro	101
Figura 49 – Imóvel comercial 5 – Fachada e divisórias internas	102
Figura 50 – Imóvel comercial 5 – Acesso interno e banheiros	102
Figura 51 – Imóvel comercial 6 – Fachada e vista interna	103
Figura 52 – Imóvel comercial 6 – divisória interna e banheiros	103

## LISTA DE SÍMBOLOS

C	estado de conservação
C <sub>i</sub>	estado de conservação do sistema
D	depreciação total;
E <sub>i</sub>	Estrutura de Custo do sistema i;
ESLC	vida útil prevista
f <sub>A</sub>	qualidade dos materiais utilizados;
f <sub>B</sub>	qualidade dos projetos
f <sub>C</sub>	qualidade da execução da obra
f <sub>D</sub>	qualidade do ambiente interior
f <sub>E</sub>	qualidade do ambiente exterior
f <sub>F</sub>	qualidade de uso
f <sub>G</sub>	qualidade da manutenção aplicada
i	sistema - objeto de depreciação
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
n	vida útil de referência
n <sub>i</sub>	vida útil total prevista do sistema i
RSLC	vida útil de referência
u	idade atual do imóvel;
U <sub>i</sub>	idade efetiva do sistema i
V <sub>d</sub>	valor depreciável
V <sub>n</sub>	valor de novo
V <sub>r</sub>	Vida útil residual
VR	Valor de Referência
VU	Vida útil - ciclo de vida total
VUP	Vida útil de projeto
V <sub>x</sub>	valor residual
x	idade do imóvel

## LISTA DE ABREVIACÕES

ABNT -	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CDD -	Centro de Distribuição Doméstica
CPC -	Comitê de Pronunciamentos Contábeis
CIB -	Conseil International du Bâtiment
Correios -	Empresa Brasileira de Correios.
EAP -	Estrutura Analítica de Projeto.
IBAPE -	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias
ISO -	International Organization for Standardization
NBR -	Norma Brasileira aprovada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas
SEAP -	Secretaria do Estado e do Patrimônio.
SVVIE -	Sistemas de vedações verticais internas e externas
UnB -	Universidade de Brasília
VUR -	Vida Útil de Referência



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 MOTIVAÇÃO DA PESQUISA

A construção civil é uma área de produtos de grande complexidade, por isso é plausível afirmar que a gestão destes produtos também demanda conhecimentos específicos de equipes especializadas e capacitadas, além de um planejamento financeiro no tocante à manutenção.

Grande parte das pessoas que atuam no mercado imobiliário não reconhecem o custo global dos edifícios, subestimando os custos indiretos que afetam e propiciam degradação e depreciação do patrimônio. Segundo Trindade (2011) este fenômeno é apresentado como o *iceberg* dos custos globais da edificação, tal como apresentado na Figura 1.

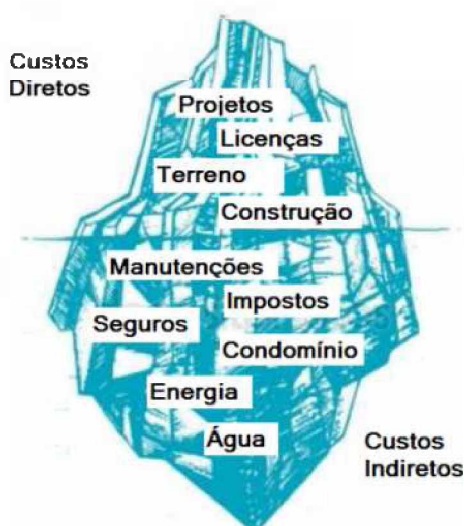


Figura 1 – *Iceberg* dos custos globais de uma edificação  
Fonte: Adaptado de Trindade (2011) apud Flanagan (1989)

Trindade (2011), de forma metafórica, representou no *iceberg* os projetos, as licenças, a aquisição do terreno e a construção como uma parcela que as pessoas enxergam dos custos diretos. Debaxo da água estão os custos indiretos que, quando negligenciados, se tornarão superiores ao investimento inicial.

Quando se trata especificamente de edificações institucionais, é notório o retardo das ações em manutenção não só por falta de recursos financeiros, mas

também pelo longo processo administrativo existente entre a solicitação e a efetiva liberação dos valores.

Muitos são os casos nos quais a liberação financeira é reduzida e o processo de depreciação acelerado por falta de conservação.

Medeiros (2008) apresenta , em suas pesquisas, que os investimentos em manutenção são na mesma ordem de grandeza que os valores com gastos em construções novas. O impacto econômico que estes serviços de conservação predial possuem na economia podem ser vistos na Tabela 1, com exemplos de países europeus e seus respectivos gastos em serviços de manutenção e reparo.

Tabela 1 – Gastos com manutenção e reparo em países desenvolvidos  
Fonte: Medeiros (2008) apud Takewaka (2007)

País	Gastos com construções novas	Gastos com manutenção e reparo	Gastos totais com construção
França	85,6 Bilhões de Euros (52%)	79,6 Bilhões de Euros (48%)	165,2 Bilhões de Euros (100%)
Alemanha	99,7 Bilhões de Euros (50%)	99,0 Bilhões de Euros (50%)	198,7 Bilhões de Euros (100%)
Itália	58,6 Bilhões de Euros (43%)	76,8 Bilhões de Euros (57%)	135,4 Bilhões de Euros (100%)
Reino Unido	60,7 Bilhões de libras (50%)	61,2 Bilhões de libras (50%)	121,9 Bilhões de libras (100%)

Os serviços de conservação predial, segundo Flores (2009), têm por finalidade restabelecer o desempenho de um imóvel ou sistema. Para isso são utilizados os seguintes conceitos, com respectiva classificação por ordem crescente do grau de intervenção:

- Manutenção – pequenas intervenções periódicas de manutenção e reparações ocasionais;
- Reabilitação – melhorias sem grandes alterações às características originais dos sistemas do edifício, podendo incluir algumas ações limitadas para recuperar a normalidade ou o mais próximo dela;
- Renovação – reabilitação em grau mais significativo, na qual as implementações de modernizações nos sistemas do edifício são

possíveis. A intervenção pode inclusive substituir ou implementar sistemas;

- **Reconstrução** – caso mais extremo de intervenção, substituindo ou não grande parte dos sistemas. Visa estabelecer a funcionalidade de um edifício arrasado.

Mantendo os conceitos de Flores (2009), as obras de manutenção, renovação, reabilitação e reconstrução no campo de estudo da conservação predial podem ser modeladas por metodologias matemáticas de depreciação.

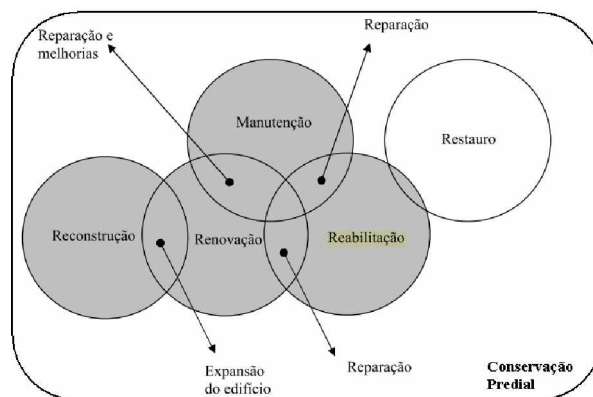


Figura 2 – Utilização do CUB de referência de valores Terminologia adaptada no contexto de manutenção e reabilitação  
Fonte: Flores (2009) apud Roenfeld & Shohed (1999)

A motivação desse estudo é propor diretrizes para a conservação predial através do cálculo da depreciação, por meio de modelos matemáticos multiparâmetros que utilizem ferramentas com base na vida útil do imóvel e predição de ações em manutenção.

Acredita-se que é possível desenvolver um plano de investimentos em conservação predial utilizando como referência modelos matemáticos multiparâmetros com variáveis qualitativas e quantitativas em sua composição.

De acordo com Radegaz (2013), entre os modelos matemáticos multiparâmetros consolidados no mercado, apresenta-se o método de Ross-Heidecke.

Assim, julga-se que, aplicando o método de Ross-Heidecke em imóveis comerciais com dados históricos, com o devido controle dos processos de projeto, construção, operação e manutenção, pode-se aferir a real dispersão do

coeficiente de depreciação global ( $k_g$ ) – variável calculada a partir da análise qualitativa do estado de conservação (C). Se comprovada esta hipótese, haverá melhorias na aplicação do método de Ross-Heidecke, utilizado no cálculo da depreciação de imóveis comerciais.

As variáveis qualitativas intrínsecas aos modelos matemáticos analisados possibilitam o cálculo da depreciação e exigem do inspetor técnico conhecimentos sobre vida útil, manifestações patológicas, ciclo de vida e desempenho das edificações.

As amostras da pesquisa não apresentam customizações significativas, portanto o modelo matemático apresentado pode servir como referência de imóveis comerciais de uso geral.

## **1.2 OBJETIVOS**

A presente dissertação tem como objetivo geral analisar a dispersão no cálculo da depreciação de um grupo de edificações através modelos matemáticos multiparâmetros que utilizem variáveis qualitativas em sua composição.

O objetivo específico desta pesquisa é observar a dispersão do coeficiente de depreciação calculado a partir da variável qualitativa, estado de conservação, utilizada no método de Ross Heidecke modificado.

Acredita-se que, a partir dos resultados encontrados, será possível propor diretrizes para o planejamento da conservação predial, verificando a depreciação ocasionada a partir de inspeções visuais, sem utilização de equipamentos.

Nesta pesquisa, serão estudados imóveis comerciais institucionais que possuem registros periódicos do ciclo de vida do empreendimento desde a fase de projeto até a construção, a operação e a manutenção.

## **1.3 METODOLOGIA**

Para lograr os objetivos, seis imóveis amostrais serão vistoriados por seis técnicos graduados em arquitetura ou engenharia, tendo consigo uma caderneta de campo – formulário padrão – onde constam as manifestações patológicas mais recorrentes de onze sistemas da edificação.

A metodologia empregada no presente trabalho é composta por:

- Revisar a bibliografia de autores, normas nacionais e internacionais que tratam do estudo da deterioração, desempenho, degradação, vida útil, ciclo de vida e pesquisas que utilizem modelos matemáticos multiparâmetros correlacionado estas variáveis a depreciação dos imóveis;
- Definir critérios para seleção dos edifícios amostrais;
- Propor formulário padrão voltado à inspeção predial;
- Coletar o estado de conservação de cada imóvel – no ponto de vista dos vistoriadores;
- Calcular a depreciação global dos imóveis pelo método de Ross-Heidecke;
- Analisar as dispersões da depreciação global calculada através do método proposto;
- Verificar se há depreciação ocasionada pela ausência da manutenção;
- Propor diretrizes para utilização do método de Ross-Heidecke para o planejamento da conservação predial;
- Expor conclusões acerca da confiabilidade do método de Ross-Heidecke na aplicação de diretrizes para conservação patrimonial, a partir do cálculo da depreciação do ambiente construído.

#### **1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO**

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

O Capítulo 1 apresenta a parte introdutória, composta pela apresentação do estudo, sua motivação, seus objetivos e a metodologia utilizada para o seu desenvolvimento. Em suma, serão apresentados o problema e a necessidade do estudo da depreciação, do ciclo de vida e da vida útil no mercado imobiliário.

O Capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica, na qual é apresentada a base teórica sobre a vida útil, ciclo de vida, deterioração e depreciação imobiliária. Apresenta ainda neste capítulo os estudos acadêmicos validados sobre o tema e prescrições normativas nacionais e internacionais tais como ABNT NBR 14653:2001, ABNT NBR 15575:2013 e ISO 15686:2011.

No Capítulo 3, são apresentadas as metodologias para o cálculo da depreciação de imóveis comerciais com dados obtidos através de inspeções

visuais. Está descrito ainda os critérios e procedimentos a serem utilizados para qualificação e quantificação das variáveis utilizadas no modelo matemático multiparâmetro.

No Capítulo 4, são apresentadas as diretrizes para a conservação patrimonial de ambientes construídos, elaboradas a partir da análise da depreciação global dos imóveis.

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

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Inicialmente serão apresentados os aspectos teóricos por meio da literatura técnica e de normas nacionais e internacionais que fundamentam e subsidiam os parâmetros de depreciação, vida útil e desempenho.

Em seguida, apresenta-se a revisão dos estudos acadêmicos sobre as metodologias que utilizam o estado de conservação como variável qualitativa no cálculo da depreciação imobiliária.

Finalmente será apresentado, de forma sintética, o acervo edilício da Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos, instituição comercial que dispôs dos imóveis e seus dados amostrais como projeto, construção, operação e manutenção, utilizados nas equações.

### **2.1 O CICLO DE VIDA EM IMÓVEIS COMERCIAIS**

Em entrevista à revista VEJA em 2017, o economista canadense Dominic Barton informa a necessidade de as empresas se atualizarem para se manterem vivas. Conforme seus estudos, em 1935, uma empresa possuía um tempo médio de vida de noventa anos. Segundo o economista, essa expectativa atualmente é de 15 anos. O dado pode ser considerado como referência da durabilidade de uma atividade comercial e de seu ciclo de vida.

Esta é uma visão econômica do processo de depreciação de um imóvel comercial e alerta ao mercado da necessidade de avaliar constantemente como os produtos são feitos e a qualidade da mão de obra empenhada em seu ciclo de vida. Os investidores não podem entrar na zona de conforto e presumir que o mercado vai manter-se constante, principalmente quando se trata do mercado imobiliário.

Os imóveis comerciais possuem grande quantidade de reformas – ao customizar as instalações, adaptando-as a cada produto comercializado e suas características de venda. Por isto, o ciclo de vida de sistemas como revestimento, pintura, parede e esquadrias não necessariamente está vinculado ao ciclo de vida do elemento construtivo. Em compensação, sistemas como o estrutural, instalações elétricas, hidrossanitárias e equipamentos são demasiadamente solicitados pelas sucessivas intervenções ocorridas.

Esse é um paradigma estabelecido pelo mercado imobiliário no conceito de durabilidade em imóveis comerciais. Se durabilidade é a capacidade do sistema de desempenhar suas funções, no caso de imóveis comerciais esta função é mais regulada pela empresa e pelo seu produto de venda do que pela vida útil do elemento construtivo em si.

O ciclo de vida do imóvel comercial é gerido por meio do equilíbrio físico-financeiro das receitas e pela capacidade do empreendimento de gerar lucros, inclusive ao suprir os custos em manutenção. Este é considerado o desempenho satisfatório de um ponto de venda instalado em imóvel comercial.

Em paralelo a essa discussão, o produto gerado no mercado da construção civil possui alto valor agregado e ciclo de vida diferenciado por causa da grande diversidade de materiais utilizados. Flores (2009) informa que, segundo o *Royal Institute of Technology* (1992), a maioria das falhas na durabilidade advém do desconhecimento do desempenho de determinados componentes ou materiais.

Conforme Pinto (2011), o conceito de durabilidade na construção civil é garantido pela continuação da aplicação das mesmas soluções de materiais e pela mão de obra com padrões de desempenho conhecidos. A introdução de novas técnicas e a multiplicidade de materiais no mesmo edifício dificultam a análise do desempenho global e as suas interações ao longo do tempo. Provavelmente essa é a maior preocupação do mercado de construção civil no tocante à durabilidade.

Pinto (2011) descreve que a vida útil de um edifício é limitada pela degradação dos sistemas da construção – que não são passíveis de serem substituídos ou cujas substituições são demasiado dispendiosas. Isso torna inviável a recuperação do investimento ao longo do ciclo de vida do edifício, especialmente no caso de imóveis comerciais cujos custos de manutenção podem definir o fim de uma atividade.

Ainda no trabalho de Pinto (2011), é apresentado o conceito de vida útil de projeto: o período de tempo durante o qual determinado sistema apresenta desempenho satisfatório quando exposto a determinadas condições de uso.

Quando se encerra o desempenho de um sistema, deve-se planejar os investimentos em sua recuperação. Esse valor servirá como parâmetro de comparação em relação ao desempenho geral da edificação. Edificações muito



degradadas tornam-se, às vezes, financeiramente inviáveis de serem recuperadas. A decisão do investidor está baseada no quão vantajosa será a relação entre o valor investido em um ou vários sistemas e o desempenho geral obtido.

A relação custo-benefício é o parâmetro final para a tomada de decisão entre reformar o sistema ou descartar a edificação, no caso de imóveis comerciais.

É importante ressaltar que reforma e descarte não são possíveis no caso de edificações referentes ao patrimônio histórico. Em seus estudos, Pimenta (2011) informa que estes são imóveis com referências históricas para a sociedade. Portanto, devem-se aplicar por meio de legislação específica, os investimentos em manutenção a qualquer custo.

Pimenta (2011), Pereira (2013) e Braga (2015) contribuíram para o desenvolvimento de técnicas de inspeção utilizando modelos matemáticos e diagnósticos de anomalias em sistemas. Buscando a quantificação e a análise da extensão das anomalias em sistemas como fachadas, estruturas, revestimentos dentre outros. Suas contribuições serão apresentadas nos itens seguintes, bem como as adaptações necessárias para atender ao mercado imobiliário de imóveis comerciais.

## **2.2 NORMAS PARA AVALIAÇÃO DA DEPRECIÇÃO, VIDA ÚTIL E CICLO DE VIDA DE IMÓVEIS**

A base teórica desta pesquisa é o método de Ross Heidecke juntamente com suas aplicações apresentadas em publicações e trabalhos acadêmicos que tratam de conceitos de depreciação, vida útil, ciclo de vida e, ao mesmo tempo, apresentam modelos matemáticos multiparâmetros que correlacionem essas variáveis.

Com relação às normas nacionais e internacionais que tratam de depreciação, vida útil e ciclo de vida salienta-se:

- ABNT NBR 14653 –Avaliação de bens;
- ABNT NBR 15575:2013- Edificações habitacionais - Desempenho;
- ISO 15686: 2004 – Buildings and constructed assets.

### **2.2.1 ABNT 14653 - AVALIAÇÃO DE BENS**

A primeira norma de avaliação de imóveis foi criada na década de 1950, quando entidades públicas e institutos voltados para a engenharia de avaliações se organizaram para redigir o texto de base normativa que fundamentou o anteprojeto de normas da ABNT de 1957. Por causa da grande quantidade de desapropriações ocorridas na década de 1960, o mercado de perícias e avaliações judiciais exigiu a ampliação dos estudos e favoreceu que entidades se reunissem para compor as partes normativas complementares. (ABNT 14653-1:2011)

Em 1977, surgiu a primeira norma dedicada exclusivamente a imóveis urbanos, que estabeleceu níveis de precisão para as avaliações. Este foi o ponto inicial para que a ABNT começasse a produzir normas separadas para cada tipologia: imóveis rurais; unidades padronizadas; máquinas, equipamentos e complexos industriais; glebas urbanizáveis. Tal fato gerou a série de normas 5676.

Em 2001, a ABNT lança a NBR 14653 com o objetivo de organizar todas as tipologias de bens e apresentar os critérios de precisão na avaliação. Atualmente a norma está subdividida em sete partes, sendo elas:

- ABNT NBR 14653-1:2001 – Avaliação de bens – Parte 1: procedimento gerais – requisitos gerais: apresenta um breve histórico do estudo de avaliações de bens no Brasil e complementa o texto com definições, conceitos e termos utilizados em todas as partes que compõem a ABNT NBR 14653;
- ABNT NBR 14653-2:2011 – Avaliação de bens – Parte 2: imóveis urbanos – classifica a natureza dos imóveis urbanos e apresenta atividades com os métodos estatísticos utilizados para avaliar estes bens;
- ABNT NBR 14653-3:2004 – Avaliação de bens – Parte 3: imóveis rurais – classifica a natureza dos imóveis rurais e apresenta atividades com os métodos estatísticos utilizados para avaliar estes bens;
- ABNT NBR 14653-4:2002 – Avaliação de bens – Parte 4: empreendimentos – apresenta a classificação dos empreendimentos conforme seu estágio de operação (projeto, execução, paralisado, desmonte, entre outros) e conforme sua

base (imobiliário, industrial, rural, comercial e serviços, extração e beneficiamento mineral, entre outros). Apresenta ainda as atividades com os métodos estatísticos utilizados para avaliar estes empreendimentos;

- ABNT NBR 14653-5:2006 – Avaliação de bens – Parte 5: máquinas, equipamentos, instalações e bens industriais em geral – classifica as instalações e os bens industriais, máquinas e equipamentos e apresenta as atividades e os métodos estatísticos utilizados para avaliar estes bens;
- ABNT NBR 14653-6:2008 – Avaliação de bens – Parte 6: recursos naturais e ambientais – classifica os recursos naturais e ambientais e apresenta as atividades e os métodos estatísticos utilizados para avaliar estes bens;
- ABNT NBR 14653-7:2009 – Avaliação de bens – Parte 7: bens de patrimônios históricos e artísticos – classifica os patrimônios históricos e apresenta as atividades e os métodos estatísticos utilizados para avaliar estes bens.

A depreciação é apresentada somente nas partes 1 e 2. As partes de 3 a 6 utilizam recursos estatísticos que envolvem variáveis como localização do terreno, número de amostras equivalentes, máquinas/equipamentos e podem ser contributivas em outras pesquisas com focos diferentes dos estabelecidos nesta dissertação.

A parte 7 apresenta a especificidade no tratamento de bens considerados patrimônios históricos e artísticos.

Os procedimentos gerais da ABNT NBR 14653-1:2001 definem a depreciação como perda de valor de um bem devido a modificações em seu estado ou qualidade ocasionadas pelos seguintes fatores:

- Decrepitude: Desgaste de suas partes constitutivas, em consequência de seu envelhecimento natural, em condições normais de utilização e manutenção;
- Deterioração: Desgaste de seus componentes em razão de uso ou manutenção inadequados;
- Mutilação: Retirada de sistemas ou componentes originalmente existentes;
- Obsolescência: Superação tecnológica ou funcional.

Em todos os casos citados na norma, pode-se verificar que o desempenho foi comprometido.

A ABNT NBR 14653-2:2011 – Avaliação de bens – Imóveis Urbanos, em seu item 8.3.1.3, instrui o profissional avaliador de que o cálculo da depreciação física pode ser realizado de forma analítica.

Dois são os meios propostos: o primeiro refere-se ao orçamento necessário à recomposição do imóvel na condição de novo; o segundo é a aplicação de coeficiente de depreciação, levando em conta a idade do imóvel e o estado de conservação. Esse coeficiente deve ser aplicado sobre o valor depreciável do patrimônio, ou seja, sobre a parte edificada.

De forma sintética, a avaliação qualitativa da depreciação global de um imóvel – seu estado de conservação (C) – pode fornecer quantitativamente o fator de depreciação ( $k$ ). A norma não aprofunda a discussão, por isso é necessária a busca em literaturas técnicas mais específicas que apresentem a correlação matemática entre essas variáveis.

Pesquisadores como Pimenta (2011) apresentam processos que podem ser aplicados durante a inspeção do imóvel, com o objetivo de reduzir a subjetividade na qualificação o estado de conservação (C). Estes processos ampliaram a precisão do modelo matemático utilizado para o cálculo da depreciação.

Mais conceitos e parâmetros destas instruções normativas serão apresentados por meio da produção literária de Radegaz (2013) e Abunahman (2008) no item 2.5.1.

## **2.2.2 ABNT NBR 15575 – EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS – DESEMPENHO**

Diferentemente das normas prescritivas, a NBR 15575 traz os conceitos de desempenho enfocando o atendimento às exigências do usuário, com soluções tecnicamente adequadas e economicamente viáveis. A norma ainda aborda conceitos como a durabilidade dos sistemas, a manutenibilidade da edificação entre outros.

Apesar de restringir o campo de aplicação a edificações residenciais, com até cinco pavimentos e construídos após 2013, esta norma é utilizada neste estudo para nortear conceitos que muitas vezes não são considerados em normas prescritivas.

Esta 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. A norma oferece também base para avaliação do desempenho, auxiliando nas análises que definem o financiamento de imóveis e possibilitando controle na gestão de manutenção.

A ABNT NBR 15575 contém as seguintes partes:

- ABNT NBR 15575-1:2013 - Edificações habitacionais - Parte 1: Requisitos gerais e prefácio: Esta parte da norma estabelece conceitos e terminologias que serão utilizadas para o entendimento de desempenho que complementa as normas prescritivas. Tem por objetivo atender as exigências do usuário, com soluções tecnicamente adequadas e economicamente viáveis;
- ABNT NBR 15575-2:2013 - Edificações habitacionais - Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais: Estabelece os requisitos e critérios de desempenho que se aplicam ao sistema estrutural da edificação habitacional;
- ABNT NBR 15575-3:2013 - Edificações habitacionais - Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos: Apresenta análises e padrões que devem ser observados a sistemas de pisos destinados a áreas de uso privativo ou de uso comum, com a inclusão dos elementos e componentes;
- ABNT NBR 15575-4:2013 - Edificações habitacionais – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas (SVVIE). Apresenta análises e padrões que devem ser observados a sistemas que limitam verticalmente a edificação e seus ambientes, como as fachadas e as paredes ou divisórias internas;
- ABNT NBR 15575-5:2013 - Edificações habitacionais - Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas: Estabelece os requisitos e critérios de desempenho exigidos nos sistemas de coberturas para edificações

habitacionais no objetivo de atender e assegurar estanqueidade às águas pluviais e salubridade, proteger demais sistemas da edificação habitacional ou elementos e componentes da deterioração por agentes naturais, e contribuir positivamente para o conforto termo acústico da edificação habitacional;

- ABNT NBR 15575-6:2013 - Edificações habitacionais - Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários: Estabelece os requisitos e critérios de desempenho exigidos nos seguintes sistemas: a) sistemas prediais de água fria e de água quente; b) sistemas prediais de esgoto sanitário e ventilação; c) sistemas prediais de águas pluviais.

Percebe-se, no texto normativo, o princípio de que o imóvel é um conjunto de sistemas, constituído por componentes que por sua vez são fabricados de materiais, reconhecendo a complexidade e modelo multivariável do processo construtivo. Porém, é importante verificar o desempenho e as responsabilidades diferentes para cada sistema e sua hierarquia construtiva.

Segundo a ABNT NBR 15575-1:2013, sistema é a parte funcional do edifício – um conjunto de elementos e componentes destinados a cumprir a macro função que a define. Por exemplo, a Figura 3 apresenta a hierarquia entre o material argila como base do componente tijolo que, por sua vez, produz o sistema parede.



Figura 3 – Conceito de Sistema de acordo com a ABNT NBR 15575-1:2013  
Fonte: Arquivo pessoal

Quando se abordam os fenômenos de decrepitude, deterioração ou o componente de um material, por correlação de causa e efeito, altera-se também o sistema e sua durabilidade, reduzindo a vida útil e propiciando a perda de desempenho.

A previsão da durabilidade é feita a partir do conhecimento do material e do seu grau de deterioração, de acordo com determinadas propriedades mensuráveis, escolhidas como indicadores de degradação. Esse fator é normalmente traduzido em funções de curvas de dose/resposta. (BAUER, 2017)

As curvas dose/resposta, com dados recolhidos em ensaios, expressam ainda o tipo de degradação e o desempenho em função da exposição ao agente degradante, auxiliando a quantificação do tempo restante de uso.

A ABNT NBR 15575-1:2013 utiliza as seguintes aceções:

“- Desempenho: Comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas;

- Durabilidade do edifício e de seus sistemas é uma exigência econômica do usuário, pois está diretamente associada ao custo global do bem imóvel”. (ABNT NBR 15575-1:2013)

Essa é a medida qualitativa da vida útil de um sistema que será tratada somente quando apresentado o modelo multiparâmetro ou multivariável.

- Vida útil: É o período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam 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, novamente fica perceptível a complexidade e o conjunto de atividades necessárias para prever, conservar ou recuperar o desempenho de um imóvel. O estudo pontual dos sistemas como a parte funcional do edifício também é imprescindível.

Para os técnicos que trabalham na área de avaliação imobiliária, os conceitos apresentados na ABNT NBR 15575-1:2013 ampliam as variáveis e a complexidade de quantificar a depreciação em um imóvel. O profissional técnico necessita de observar o estado de conservação de cada sistema isoladamente para, depois, apresentar a depreciação global do imóvel.

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

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

A ABNT NBR 15575-1 apresenta a vida útil em dois parâmetros, mínimo e superior, conforme descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Exemplos de VUP para diversas partes da edificação  
Fonte: ABNT NBR 15575-1

Parte da edificação	Exemplos	VUP (anos)	
		Mínimo	Superior
Estrutura principal	Fundações, elementos estruturais (pilares, vigas, lajes e outros), paredes estruturais, estruturas periféricas, contenções e arrimos	≥50	≥75
Estruturas auxiliares	Muros, divisórios, estrutura de escadas externas	≥20	≥30
Vedação externa	Paredes de vedação externa, painéis de fachada, fachadas, cortinas	≥40	≥60
Vedação interna	Paredes e divisórias leves internas, escadas internas, guarda-corpos	≥20	≥30
Cobertura	Estrutura da cobertura e coletores de águas pluviais embutidos	≥20	≥30
	Telhamento	≥13	≥20
	Calhas de beiral e coletores de águas pluviais aparentes, subcoberturas facilmente substituíveis.	≥4	≥6
	Rufos, calhas internas e demais complementos (de ventilação, iluminação, vedação).	≥8	≥12
Revestimento interno aderido	Revestimento de piso, parede e teto: de argamassa, de gesso, de cerâmica, de pedra, de tacos; assoalhos e sintéticos.	≥13	≥20
Revestimento interno não-aderido	Revestimento de piso: têxteis, laminados ou elevados; lambris; forros falsos.	≥8	≥12
Revestimento de fachada aderido e	Revestimento, molduras, componentes decorativos e cobre-muros.	≥20	≥30



não-aderido			
Piso externo	Pétreo, cimentado de concreto e cerâmico.	≥ 13	≥20
Pintura	Pinturas internas e papel de parede.	≥3	≥4
	Pinturas de fachada, pinturas e revestimentos sintéticos texturizados.	≥8	≥12
Impermeabilização manutenível sem quebra de revestimentos	Componentes de juntas e rejuntamentos; mata-juntas, sancas, golas, rodapés e demais componentes de arremate.	≥4	≥6

Tabela 2 - Exemplos de VUP para diversas partes da edificação (Continuação)  
Fonte: ABNT NBR 15575-1

Parte da edificação	Exemplos	VUP (anos)	
		Mínimo	Superior
Impermeabilização manutenível apenas com a quebra dos revestimentos	Impermeabilização de caixa d'água, jardineiras, áreas externas com jardins, coberturas não-utilizáveis, calhas e outros	≥8	≥ 12
Esquadrias externas (de fachada)	Impermeabilizações de áreas internas, de piscina, de áreas externas com pisos, de coberturas utilizáveis, de rampas de garagem entre outros)	≥20	≥30
Esquadrias internas	Portas e grades internas, janelas para áreas internas, boxes de banho.	≥8	≥12
	Portas externas, portas corta-fogo, portas e grades de proteção a espaços internos sujeitos a queda ≥ 2 m	≥13	≥20
	Complementos de esquadrias internas, como ferragens, fechaduras, trilhos, folhas mosqueteiras, alisares e demais complementos de arremate e guarnição	≥4	≥6

Em suma, o conceito de vida útil de projeto traz ao mercado brasileiro de avaliações patrimoniais a necessidade de incluir novas variáveis para o cálculo da depreciação dos imóveis. Este conhecimento já está consolidado e testado em normas e comitês internacionais e serão analisados no item 2.2.3 a seguir.

### 2.2.3 ISO 15.686 - BUILDINGS AND CONSTRUCTED ASSETS.

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

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

Na Nova Zelândia, exigências quantitativas para a vida útil dos materiais do edifício foram introduzidas no *Building Code* em 1992 (BIA 1992).

O Reino Unido publicou um *National Standard for Prediction of Durability and Service Life of Buildings and Buildings Elements* em 1992, para predição (modelos estatísticos) da durabilidade e vida útil de edifícios que estrutura 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*) através 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 ativos a serem construídos. Este 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:

- ISO 15686-1:2011 (*Part. 1: 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;

- ISO 15686-2:2012 (*Part. 2: Service Life Prediction Procedures*) : Descreve o procedimento para a previsão de vida útil dos componentes do edifício. Parametriza os princípios e requisitos das pesquisas sobre o assunto;

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

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

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

- ISO 15686-6:2004 (*Part 6: Procedures for considering environmental impacts*)<sup>1</sup>.

- ISO 15686-7:2006 (*Part. 7: Performance Evaluation for feedback of Service Life Data from Practice*): Propõe modelos para avaliação de desempenho para 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;

- ISO 15686-8:2008 ( *Part. 8: Reference Service Life and Service-Life Estimation*): Orienta sobre como devem ser coletados e selecionados os parâmetros para análise da vida útil de referência (VUR) e 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;

---

<sup>1</sup> Essa parte foi cancelada . Fonte: <https://www.abntcatalogo.com.br/normagrid.aspx> acessado em 01/02/2019

- ISO15686-9:2008 (*Part. 9: 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;

- ISO 15686-10:2010 (*Part. 10: When to Assess Functional Performance*): esta-belece requisitos para verificar o desempenho funcional durante a vida útil dos edifícios e instalações relacionadas.

- ISSO/TR 15686-11:2014 (*Part. 11: Terminology*): Essa parte está atualmente em elaboração;

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

**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, levando em conta 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 atendendo os 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 atue 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;

**Colapso, ruína:** É a perda da aptidão de um edifício ou de parte de um edifício para cumprir a função que lhe é exigida;

**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 para cumprir a função que lhe é exigida nas condições de serviço.

Segundo a ISO 15686-5:2017, 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. Esse plano de investimento contempla as etapas do planejamento de obra, projetos, construção, operação, manutenção e o descarte da edificação ao final de sua vida útil – fase

de demolição com reciclagem dos resíduos gerados. O diagrama da Figura 4 representa este ciclo de vida do imóvel.

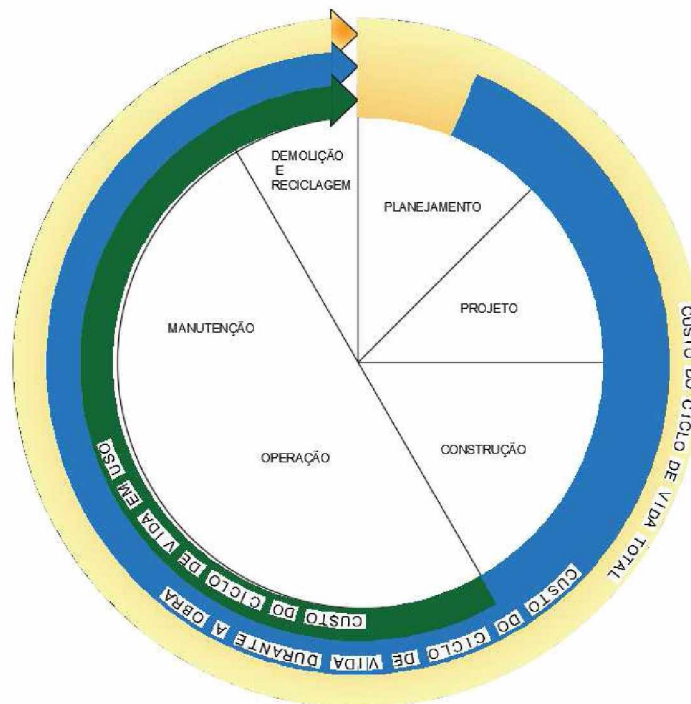


Figura 4 - Custo do ciclo de vida de um imóvel  
 Fonte: Adaptado da ISO 15686-5:2017

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

Conforme descrito no CIB W80 (2004), esse é o conceito mais avançado na área de conservação e desenvolvimento da vida útil no tocante a imóveis e une o conhecimento listado nas normas de diversos países, principalmente os métodos dos fatores desenvolvidos no Japão.

No CIB W80 (2004), é ainda discutido o método dos fatores, representado por uma função matemática, que correlaciona a vida útil e as variáveis qualitativas que alteram o ciclo de vida do imóvel. Pesquisas desenvolvidas com a utilização deste método serão apresentadas nos item 2.6.

### 2.3 INSPEÇÃO PREDIAL

Podem ser utilizados diversos procedimentos para padronizar a vistoria durante a inspeção predial e coleta de dados no imóvel, mas em todos os casos, é importante salientar que o vistoriador deve explicitar a presença de indicadores que ocasionem deterioração. Tanto anomalias técnicas, falhas de manutenção, problemas de uso ou desgaste natural são considerados como fatores de deterioração segundo Gomide (2011).

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. Ainda segundo esse autor, a inspeção predial é a constatação sensorial e sistêmica da edificação, também considerada como Vistoria de Conformidade.

A Figura 5 representa o que deve ser observado durante a inspeção predial, segundo Pujadas (2017).

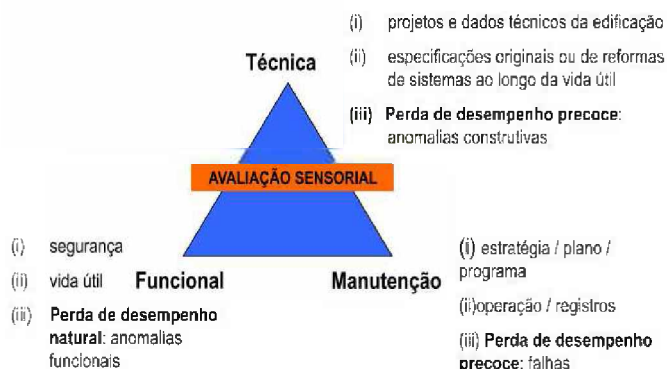


Figura 5 – Inspeção Predial  
Fonte: Pujadas (2017)

No Brasil, a Norma de Inspeção Predial foi emitida em 2012 pelo Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE). Esse é um órgão federativo da classe, formado por profissionais de engenharia, arquitetura e agronomia, sem fins lucrativos.

O referido instituto propõe que a inspeção predial deve ser classificada por níveis 1, 2 ou 3, com as seguintes definições:

**NÍVEL 1** – Edificações com baixa complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos. Normalmente executada

por um técnico profissional, em edificações com planos de manutenção muito simples ou inexistentes;

NÍVEL 2 – Normalmente realizada em edificações com mais de um pavimento, nas quais estão presentes os planos de manutenção definidos e realizados por empresas terceirizadas. Nesse nível de inspeção, é necessário mais de um inspetor técnico profissional, com especialidades distintas;

NÍVEL 3 – Realizada em edificações com alta complexidade técnica, de manutenção e operação de seus elementos e sistemas construtivos, de padrões construtivos superiores e com sistemas mais sofisticados. No quadro de vistoriadores, deve constar um responsável técnico, profissional habilitado, dedicado ao plano de manutenção e às atividades planejadas. O nível possui ainda procedimentos detalhados, *software* de gerenciamento e outras ferramentas de gestão do sistema de manutenção existente. Como no nível 2, há ainda a necessidade da atuação de, no mínimo, dois técnicos com especialidades distintas.

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 3:

Tabela 3- Classificação dos danos  
Fonte: Cóias(2006)

Fase	Atividades	Objetivo
I) Da 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	

Dentre os documentos que compõem os relatórios preliminares, faz parte o formulário de inspeção, onde constam os sistemas construtivos com referência de



danos recorrentes. No Brasil, exemplos de formulários para inspeção predial podem ser vistos em Gomide (2011).

A diversidade de edificações e obras, evidentemente, exigem estudos específicos para cada tipologia, mas os sistemas construtivos, instalações e equipamentos mais tradicionais são imprescindíveis. (GOMIDE, 2011)

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

## **2.4 DETERIORAÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS**

Verifica-se que é necessário aprofundar o conceito de deterioração dos sistemas construtivos. É intuitiva a referência de que deterioração é a ocorrência do dano, falha ou mesmo estrago. Neste sentido, a falha pode ou não afetar o desempenho, mas sua presença indica investimentos em manutenção, afetando o custo.

Exemplo disso é a ocorrência de sujidades na pintura de um imóvel que podem ou não afetar o desempenho e o uso do ambiente, mas alteram o valor em transações financeiras.

Dado o exposto, percebe-se que quanto maior o a quantidade de manifestações patológicas e falhas maiores são deterioração e depreciação de edificações e seus sistemas construtivos.

Conforme ABNT NBR 15.575-1:2013, patologia é a não conformidade que se manifesta no produto em função de falhas no projeto, na fabricação, na instalação, na execução, na montagem, no uso ou na manutenção, bem como problemas que não decorram do envelhecimento natural. Ainda nesta norma, o conceito de degradação é estabelecido como a redução do desempenho devido à atuação de um ou de vários agentes.

Gomide (2011) orienta que durante a inspeção, o técnico possua um formulário com aspectos que possam ser observados e contribuam para o reconhecimento dos danos mais recorrentes, consolidados a partir da literatura técnica.

A percepção do dano é a variável subjetiva entre os profissionais, por isto as inspeções de nível 1– conforme Norma da Inspeção Predial Nacional IBAPE (2012) – efetuada por um técnico, pode oferecer melhores elementos à este trabalho.

As referências técnicas e nomenclaturas das manifestações patológicas apresentadas a seguir, é a coletânea de autores como Ripper (1998), Carvalho Júnior (2013), Gomide(2011), Neto (2008), Deutsch(2016), Guia CBIC (2013), Ceotto (2005), De Paula (2017), Albadó (2013), Grandisdki (2012), normas administrativas como a Portaria 3523/1998 do Ministério da Saúde, manual da Secretaria do Estado e do Patrimônio SEAP (2017) e normas técnicas ABNT NBR 15575-2:2013, ABNT NBR 15575-4:2013.

#### 2.4.1 DETERIORAÇÃO DO SISTEMA ESTRUTURAL

Conforme a norma ABNT NBR 15575-2:2013, esse sistema deve apresentar um nível específico de segurança contra a ruína, considerando-se as combinações de carregamento de maior probabilidade de ocorrência.

O sistema estrutural deve ainda prover aos usuários segurança contra a ação de impactos, choques, vibrações e outras solicitações decorrentes da utilização normal da edificação.

A Figura 6 apresenta os itens que podem ser considerados como falhas, segundo coletânea Ripper (1998) e Grandisdki (2012).

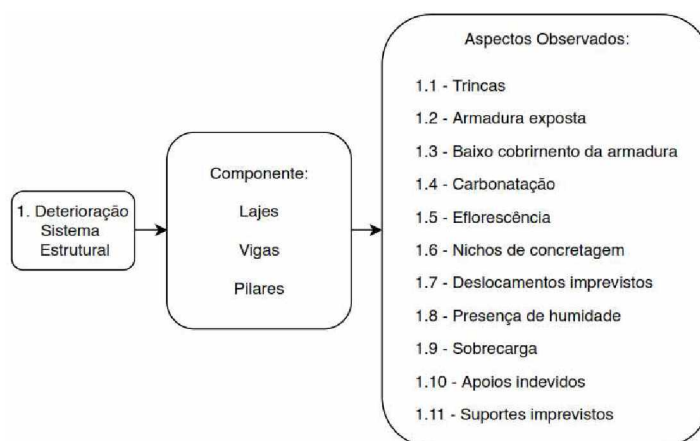


Figura 6 – Deterioração de Sistemas Estruturais

Fonte: elaborado conforme dados de Ripper (1998) e Grandiski (2012)

Quanto à estabilidade, o sistema deve receber os carregamentos decorrentes dos elementos de vedação e demais sistemas instalados no imóvel sem apresentar sinais de fadigas ou falhas.

#### **2.4.2 DETERIORAÇÃO DO SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS E EXTERNAS – PAREDES.**

Conforme a ABNT NBR 15575-4:2013, as paredes são os componentes responsáveis pela limitação vertical da edificação e de sua divisão interna dos ambientes.

Autores como Gomide (2011) apresentam que paredes de cunho estrutural devem utilizar tijolo de concreto ou argila, com resistência específica para resistir a esforços solicitantes dimensionados. Nesse caso, durante a inspeção visual, deve-se salientar por escrito que o sistema de paredes faz parte da estrutura da edificação.

Segundo Deutsch (2016) e o guia Guia CBIC (2013) problemas construtivos considerados danos neste sistema podem ser vistos na Figura 7.

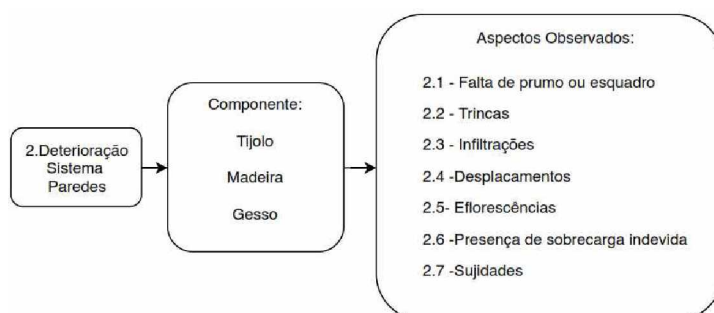


Figura 7 – Deterioração de Sistemas de Paredes

Fonte: elaborado conforme dados de Deutsch (2016) e Guia CBIC (2013)

Muitos dos aspectos observados referem-se a anomalias construtivas provenientes de outros sistemas tais como estruturais e hidrossanitários, de acordo com Gomide (2011).

#### **2.4.3 DETERIORAÇÃO DO SISTEMA DE VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS E EXTERNAS - ESQUADRIAS**

Conforme a ABNT NBR 10821-1:2017, esquadrias é o nome genérico de todos os elementos formados por perfis utilizados na edificação. São definidas de

acordo com quatro parâmetros. O primeiro refere-se à utilização como portas, janelas, claraboia entre outros. O segundo parâmetro, ao tipo movimento tais como folha fixa, giro, eixo vertical ou projetante.

O terceiro parâmetro refere-se aos componentes construtivos como marco, contramarco, folha e bandeira. O último dos parâmetros está correlacionado aos componentes de fixação, manobra, travamento ou mesmo estanqueidade das partes fixas e móveis.

Deutsch (2016) considera problemas construtivos com ou sem perda de desempenho os itens da Figura 8.

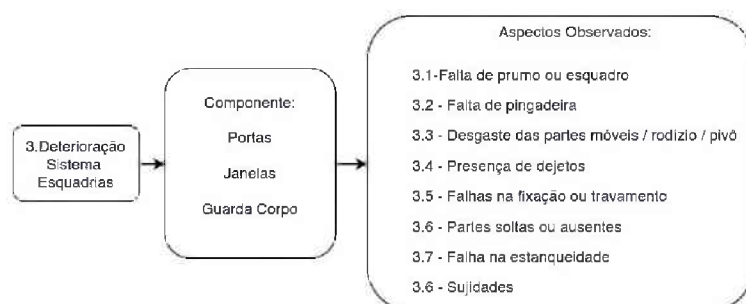


Figura 8 – Deterioração de Sistemas de Esquadrias

Fonte: elaborado conforme dados de Deutsch (2016) e ABNT NBR 10821-1:2017

Conforme SEAP (2017), as ferragens de giro, eixo e pivôs (parâmetros de movimento) são muito solicitadas, por este motivo necessitam de maior acuidade e observação durante a inspeção.

#### 2.4.4 DETERIORAÇÃO DE REVESTIMENTO - PAREDES E TETOS.

Neste trabalho, o sistema de revestimento será considerado como o conjunto de componentes agrupados, ou aplicados isoladamente, do qual fazem parte argamassa, reboco, peças cerâmicas ou azulejos instalados sobre paredes e tetos. A parte de piso está separada no item 2.4.6.

Um compêndio da norma ABNT NBR 13818:1997 e bibliografias técnicas como Ceotto (2005); Deutsch (2016) adotam com falha do sistema ou perda de desempenho a visualização de itens como os indicados na Figura 9.

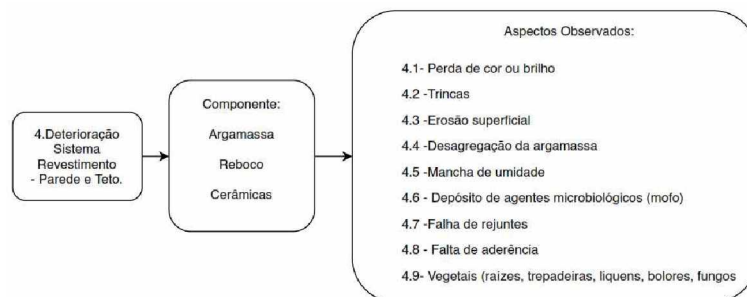


Figura 9 – Deterioração de Sistemas de Revestimentos

Fonte: elaborado conforme dados de Ceotto (2005); Deutsch (2016) e ABNT NBR 13818:1997

A argamassa é o componente que mais se desenvolveu nos últimos anos, segundo Ceotto (2005), passando a resistir a maiores esforços de tração e cisalhamento, além de aditivos químicos para conter os movimentos higrotérmicos.

#### 2.4.5 DETERIORAÇÃO DO SISTEMA DE PINTURA

Durante a inspeção, é importante perceber todo o ciclo de vida da edificação para detectar danos que possam ocorrer durante o uso. O sistema de pintura representa custo de manutenção acentuado, conforme Neto (2008), com grande número de agentes de degradação e baixa vida útil – estimada entre 5 e 7 anos – quando comparada a outros sistemas construtivos.

A Figura 10 apresenta as considerações de danos aos sistemas de pintura segundo Neto (2008).

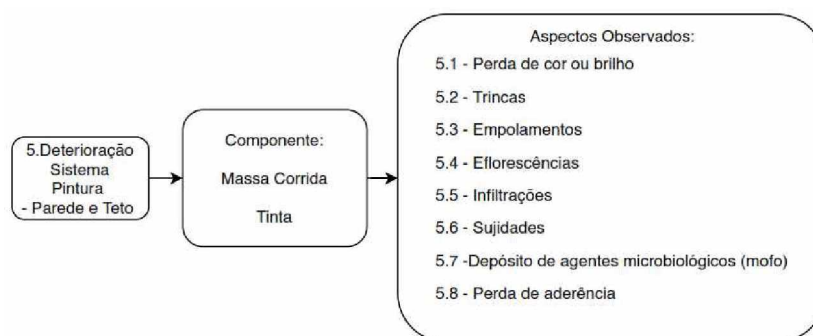


Figura 10 – Deterioração de Sistemas de Pintura

Fonte: elaborado conforme dados de Neto (2008)

Conforme Neto (2008) o sistema de pintura é um dos primeiros a apresentar manifestações patológicas em edificações, dando o alerta para equipe de manutenção.

#### 2.4.6 DETERIORAÇÃO DO SISTEMA DE PISO

Conforme a ABNT NBR 15575-3:2013, o sistema de piso, tanto interno como externo, deve ser composto de forma parcial ou total por um conjunto de camadas de revestimento, fixação, contrapiso, isolamento térmico ou acústico, impermeabilização e camada estrutural.

O grupo de aspectos que podem deteriorar este sistema, indicado por Deutsch (2016), pode ser visto na Figura 11.

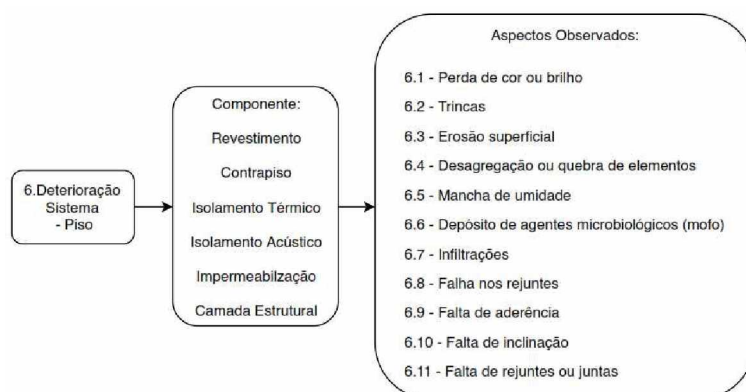


Figura 11 – Deterioração de Sistemas de Piso

Fonte: elaborado conforme dados de Deutsch (2016)

Os pisos devem ter caimento adequado somente quando se tratar de áreas molháveis ou laváveis, segundo determinação da ABNT NBR 15575-3:2013. Nesses casos, deve existir o ralo coletor que faz parte da rede de esgoto ou pluvial dependendo da localização.

#### 2.4.7 DETERIORAÇÃO SISTEMA DE COBERTURA

De acordo com a ABNT NBR 15575-5:2013, o sistema de cobertura tem como objetivo exercer as funções de assegurar a estanqueidade de águas pluviais e a salubridade do local.

Tem ainda como objetivo proteger os demais sistemas da edificação habitacional, seus elementos e componentes da deterioração por agentes naturais. Por fim, o sistema de cobertura deve contribuir positivamente para o conforto termo acústico da edificação habitacional.

São quatro os subsistemas principais deste sistema. O primeiro é o telhado, elemento constituído pelos componentes telhas, peças complementares e acessórios. O segundo é a subcobertura que é o componente impermeável aplicado sob o telhado, com a finalidade de impedir que pequenas infiltrações de água atinjam o forro ou a laje da cobertura, normalmente a manta de impermeabilização. O terceiro são as estruturas principais e secundárias que apoiam a cobertura, transferindo os esforços para a estrutura da edificação. O quarto e último refere-se às calhas coletoras pluviais.

A coletânea das manifestações patológicas que podem representar falha no sistema de cobertura, segundo Brito (2014) e a ABNT NBR 15575-5:2013 pode ser verificando na Figura 12.

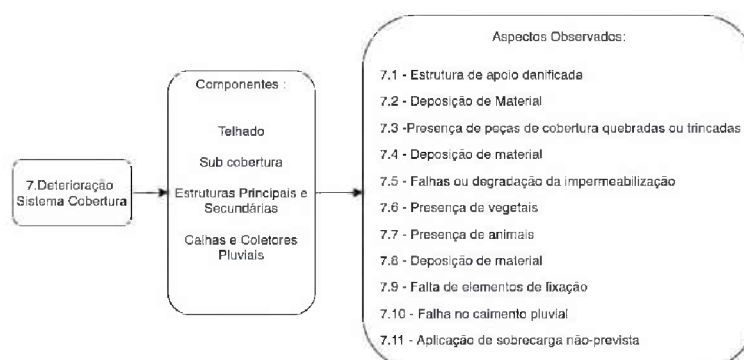


Figura 12 – Deterioração de Sistemas de Cobertura

Fonte: elaborado conforme dados de Brito (2014) e a ABNT NBR 15575-5:2013

Independentemente do tipo de cobertura, seja a laje impermeabilizada ou telhado, deverão existir coletores pluviais. É considerado na inspeção da cobertura as calhas e coletores, especificamente, o ralo abacaxi ou equipamento equivalente. A tubulação vertical faz parte do sistema hidrossanitário, abordado no item 2.4.9.

## 2.4.8 DETERIORAÇÃO SISTEMA DE FORRO

Além de ter a função estética de esconder o telhado, vigas e dutos elétricos, esse sistema favorece a edificação propiciando conforto térmico e acústico.

Conforme Associação Brasileira do *Drywall*<sup>2</sup>, existem quatro tipos básicos de forros, denominados pela forma de fixação: estruturado, perfurado, aramado e removível.

Os três primeiros são fixos e resultam em superfícies monolíticas; são executados com chapas com bordas longitudinais rebaixadas, que devem receber tratamento de juntas para uniformização da superfície. Sistemas de Forros removíveis são instalados em módulos retangulares ou quadrados, apoiados em peças metálicas.

Com grande variedade de materiais envolvidos em sua instalação, a presença de juntas de movimentação é fundamental conforme orientação do manual da SEAP (2017), sendo consideradas falhas no sistema do forro ocorrências apresentadas na Figura 13.



Figura 13 – Deterioração no Sistemas de Forro

Fonte: elaborado conforme dados de SEAP (2017) e Associação Brasileira do *Drywall*

O material utilizado na fabricação do elemento de forração pode ser gesso, gesso acartonado, madeira, PVC ou elementos minerais segundo Associação Brasileira do *Drywall*.

#### 2.4.9 DETERIORAÇÃO SISTEMA HIDROSSANITÁRIO

<sup>2</sup> Site: <http://www.drywall.org.br>, acessado dia 28/10/2017



Conforme Carvalho Júnior (2013), 75% das patologias da construção em São Paulo são provenientes direta ou indiretamente de instalações hidráulicas prediais. Considera-se sistema hidrossanitário o conjunto tubulações e equipamentos que fazem parte das redes pluvial, esgoto, água fria, alimentação, incêndio e drenagem. São consideradas falhas as ocorrências indicadas na Figura 14.

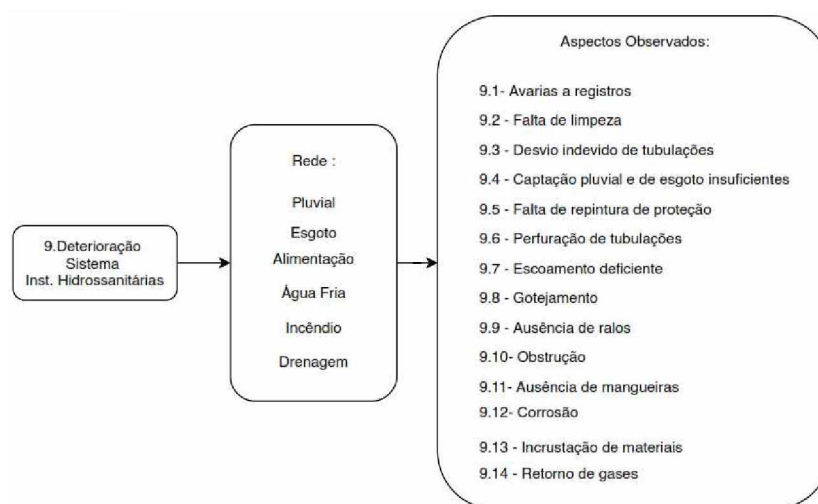


Figura 14 – Deterioração no Sistemas Hidrossanitário

Fonte: elaborado conforme dados de Carvalho Júnior (2013)

O sistema de ventilação é parte integrante da rede de esgoto, conforme proposto em Gomide (2011).

#### 2.4.10 DETERIORAÇÃO SISTEMA ELÉTRICO

De acordo com Albadó (2013), problemas no sistema elétrico podem ser perceptíveis por desvios de tensão, corrente ou frequência, que resultem em falhas e na operação incorreta de equipamentos.

Para realização deste trabalho, considera-se o sistema elétrico como o conjunto referente para-raios externo e a rede de baixa tensão.

Albadó (2013), descreve, como referência, danos ou perda de desempenho ocorrências apresentadas na Figura 15.

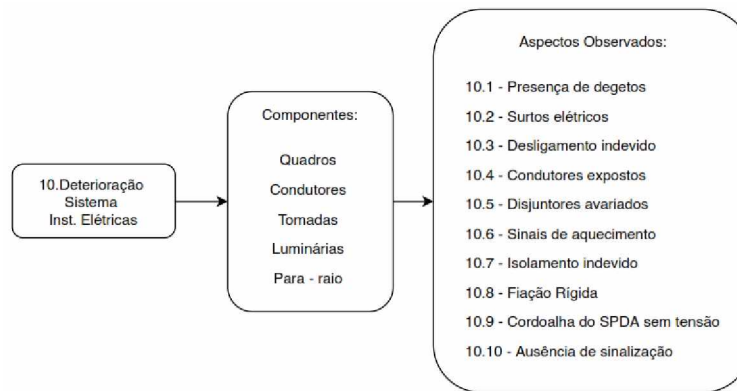


Figura 15 – Deterioração no Sistemas Elétrico

Fonte: elaborado conforme dados de Albadó (2013)

Os principais problemas de conservação neste sistema, conforme Albadó (2013), são os surtos de corrente elétrica em instalações subdimensionadas, a ausência de isolamento aplicada às partes vivas e a degradação dos componentes causada pela variação térmica.

#### 2.4.11 DETERIORAÇÃO SISTEMA DE AR CONDICIONADO

Ministério da Saúde aprovou a Portaria 3523/1998, na qual estão estabelecidas as medidas básicas referentes aos procedimentos de verificação visual do estado de limpeza, à remoção de sujidades por métodos físicos, à manutenção do estado de integridade e eficiência de todos os componentes dos sistemas de climatização, para garantir a qualidade do ar de interiores e a prevenção de riscos à saúde dos ocupantes de ambientes climatizados.

A Portaria 3523/1998 do Ministério da Saúde atenta para necessidade de manutenções rotineiras a fim de evitar ocorrências apresentadas na Figura 16.

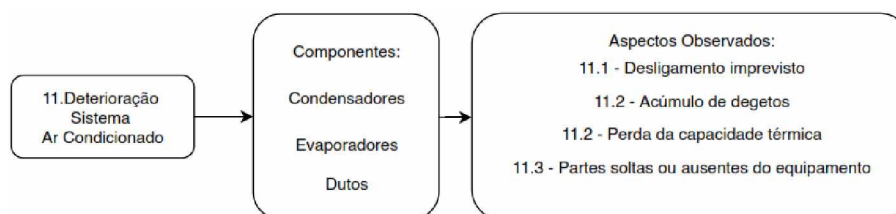


Figura 16 – Deterioração no Sistemas de Ar Condicionado

Fonte: elaborado conforme dados de Portaria 3523/1998

## 2.5 DEPRECIACÃO IMOBILIÁRIA

É importante ter conhecimento acerca do conceito de depreciação de forma contábil e perceber 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; são as atividades para as quais a empresa foi constituída. A segunda é a receita líquida, que é a receita bruta após serem aplicadas todas as deduções.

Adaptando esse conceito de Pereira (2013), enquanto o imóvel detiver a receita bruta superior aos custos indiretos, tais como manutenção, impostos, seguros, condomínio, é possível evitar a depreciação do bem por um período, teoricamente, ilimitado na forma gráfica da Figura 17.

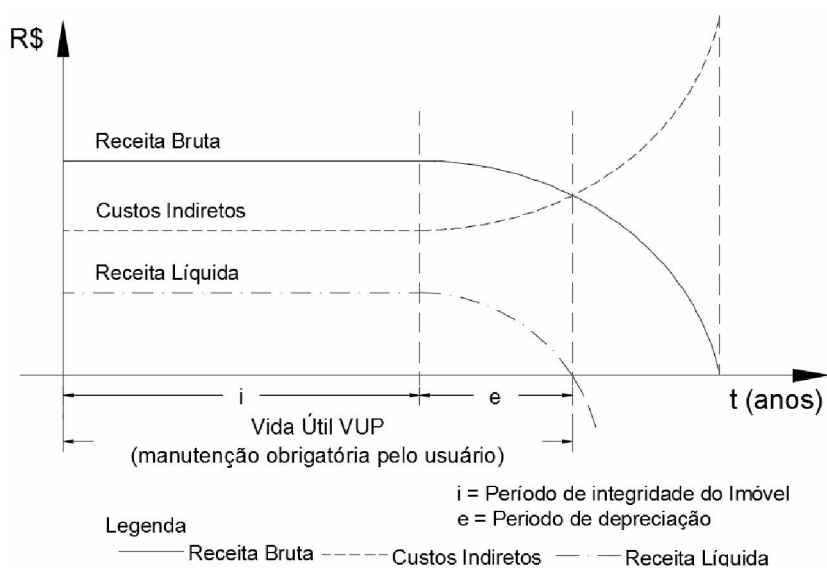


Figura 17 - Causas de Depreciação  
 Fonte: Adaptado de Pereira (2013)

De acordo com a Figura 17, a vida útil de projeto (VUP) só pode ser garantida enquanto houver investimentos em manutenção, ou seja, pode-se considerar o que atinge a VUP quando a receita bruta se equipara aos custos indiretos. Esse é o ponto em que começam as restrições de investimentos em manutenção.

Existe uma intuição natural das pessoas de que os custos de uma edificação se encerram na conclusão da obra que culmina no aceite das pessoas e no recebimento das “chaves”. Todos os custos com atividades necessárias para conservar ou recuperar a capacidade funcional do imóvel, na maioria das vezes, não são considerados.

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 sua perda de valor.

Abunahman (2008) afirma que no mercado imobiliário existem variáveis complexas, como atos administrativos dos 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 sua depreciação vinculada à falta de conservação predial, conforme fluxograma da Figura 18.

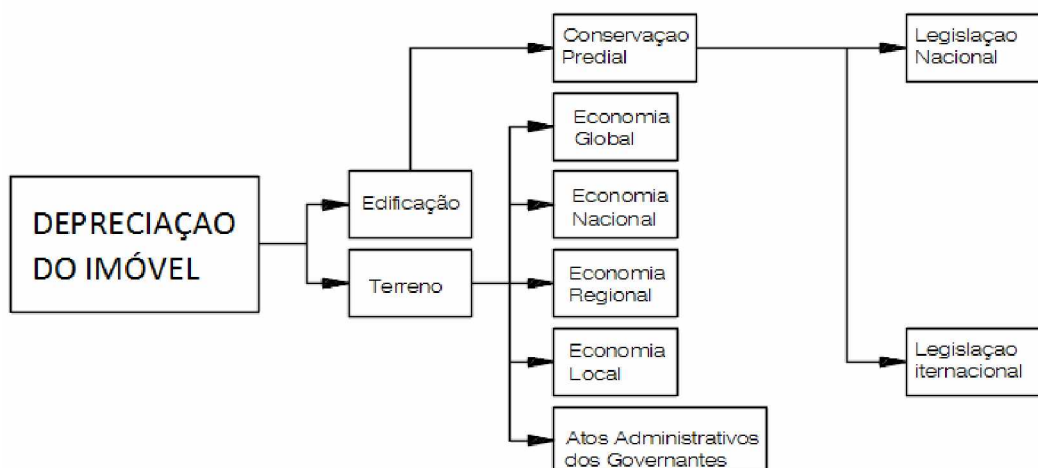


Figura 18 – Fatores que afetam a depreciação  
 Fonte: Elaborado a partir de Radegaz (2013)

Estudos apresentados por Braga (2015) sugerem a definição de dois termos, depreciação funcional e depreciação externa. 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 sua operacionalidade como, por exemplo, 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, segundo a 14<sup>o</sup> edição *The Appraisal of Real Estate* do *The Appraisal Intitute* (2013), causada pela influência negativa de efeitos não relacionados diretamente ao edifício em si. Esses efeitos podem ser de ordem econômica, ambiental, social, política. São normalmente considerados inimputáveis ao proprietário, sem a gestão direta sobre o patrimônio edificado. (BRAGA, 2015)

Neste trabalho de dissertação, a depreciação imobiliária abordada será a parcela do imóvel que se refere à edificação. Essa parcela pode ser controlada com investimentos adequados em conservação predial, retardando a degradação dos sistemas e aumentando a vida útil do imóvel.

### **2.5.1 MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DA DEPRECIAÇÃO DE IMÓVEIS**

Serão apresentados os conceitos definidos na literatura técnica dos autores Abunahman (2008) e Radegaz (2013), que discorrem sobre as metodologias para o cálculo do coeficiente de depreciação ( $k$ ). Para complementar esses conceitos, os trabalhos científicos de Pimenta (2011) e Pereira (2013) serão apresentados. Neles os autores propuseram critérios mais rígidos para o cálculo do coeficiente de depreciação ( $k$ ), utilizando o método dos fatores presente na ISO 15686.

Os métodos apresentados são consagrados na literatura técnica e foram testados no mercado de avaliação de imóveis nacional e internacionalmente. Os métodos são:

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

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

#### **2.5.1.1 Método da Linha Reta**

O método Linear parte do princípio de que a depreciação do imóvel é constante e gradual, ou seja, o coeficiente de depreciação será uma constante uniforme durante toda a vida útil do bem. O 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 (1) que representa o método da Linha Reta é:

$$V_x = \left[ 0,2 + \frac{0,8 * (n - x)}{n} \right] * V_n \quad (1)$$

Onde:

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

Na Equação (1), a variável  $n$  possui o mesmo significado da VUP , vida útil de projeto e referência, estabelecido pela ABNT NBR 15575.

A parte variável correspondente ao fator de depreciação  $k$  é representada pela Equação (2):

$$k = \left[ \frac{(n - x)}{n} \right] \quad (2)$$

Onde:

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

Este método é utilizado no ensino de contabilidade, apresentando o imóvel como o ativo em depreciação constante, que forma uma reta inclinada durante toda a vida útil do bem de acordo a Figura 19.

## Método da Linha Reta

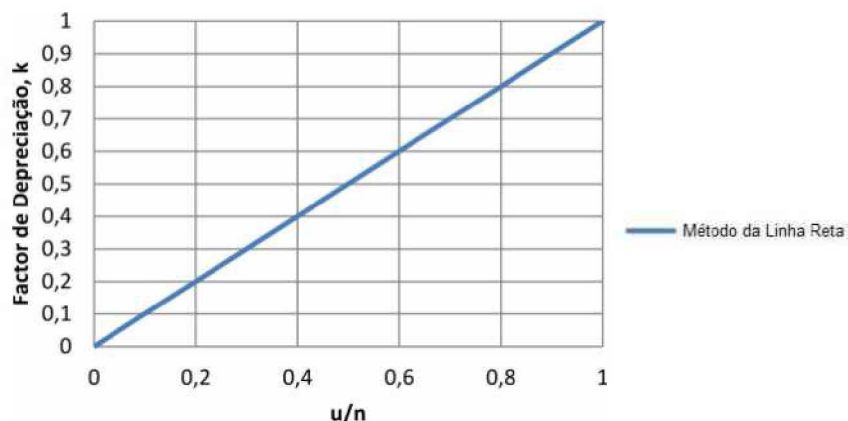


Figura 19 – Representação Gráfica Método da Linha Reta  
Fonte: Pimenta (2011)

Segundo análise da Figura 19, é necessário afirmar que o imóvel possui depreciação constante ao longo da vida útil, sem levar em consideração todos os materiais, componentes, patologias individuais e estados de conservação diferenciados.

Pimenta (2011) alerta que, apesar de sua 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. Ainda conforme Pimenta (2011), a inadequabilidade do método Linear não leva em consideração ações de manutenção/reabilitação.

### 2.5.1.2 Método Exponencial

Pimenta (2011) descreve que a depreciação no Método Exponencial, no Brasil conhecido como Método de Kuentzle, se distribui em 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

(3):

(3)

Onde:

k            fator de depreciação acumulado;  
=  
n            vida útil;  
=  
u            idade atual do imóvel;  
=

É importante observar 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 Figura 20.

Método da Linha Reta x Método Exponencial

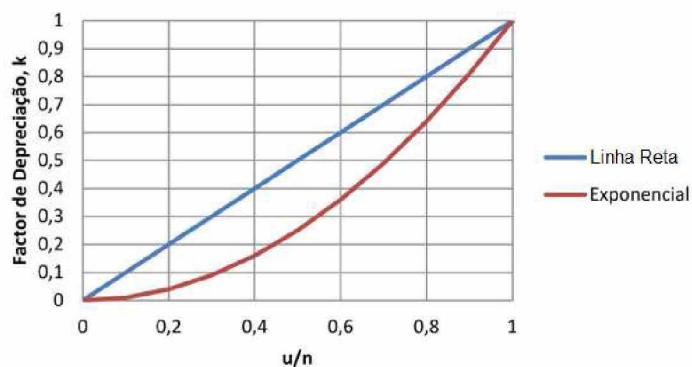


Figura 20 – Representação Gráfica do Método de Kuentzle, comparativo ao Método Linear

Fonte: Pimenta (2011)

A Figura 20 representa graficamente que nos primeiros anos a depreciação quase não é perceptível e agrava-se a longo do tempo. Por isto método Exponencial aproxima o modelo matemático ao modelo físico de senso comum, segundo Pimenta (2011).

### 2.5.1.3 Método de Ross



Este método situa-se numa posição intermediária entre o da Linha Reta e o da parábola de Kuentzle, pois ele é justamente a média aritmética dos dois métodos, desvio da realidade. Aproxima o resultado obtido a partir do modelo do resultado verificado na realidade. (RADEGAZ, 2013)

A equação proposta no método de Ross é a seguinte:

(4)

Onde:

$k$  = coeficiente de depreciação;

$n$  vida útil;

=

$x$  = idade aparente da benfeitoria no momento da avaliação.

A variável  $n$  possui o mesmo significado da VUP estabelecido pela ABNT NBR 15575-1:2013.

Pimenta (2011) apresenta de forma gráfica que o método de Ross para o cálculo da depreciação insere-se entre os métodos de Exponencial e o método da Linha Reta, como pode ser visto na Figura 21.

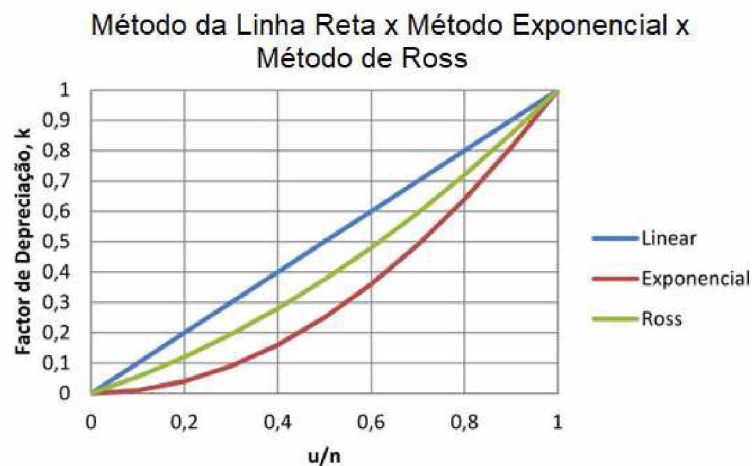


Figura 21 – Representação Gráfica comparativa do Método de Ross x Exponencial x Linha Reta

Fonte: Pimenta (2011)

Conforme Pimenta (2011) o Método de Ross demonstrado no gráfico da Figura 21, tem como objetivo diminuir o erro e o desvio da realidade,

aproximando o resultado obtido no cálculo matemático à realidade visível durante a inspeção.

#### 2.5.1.4 Método de Heidecke

De acordo com Abunahman (2008) e Radegaz (2013), para o método de Heidecke, o estado de conservação (C) do bem influencia diretamente o seu valor. A conservação não restabelece o valor do bem, mas prolonga sua durabilidade.

Para tanto, o método apresenta uma qualidade para cinco categorias principais de estado de conservação (C) e quatro categorias intermediárias, todas listadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Critério de Heidecke

Fonte: Abunahman (2008)

Categoria	Estado de conservação	C (%)
a	Novo	0,00
b	Entre novo e regular	0,32
c	Regular	2,52
d	Entre regular e reparos simples	8,09
e	Reparos simples	18,10
f	Entre reparos simples e importantes	33,20
g	Reparos importantes	52,60
h	Reparos importantes a edificação	75,20
i	Sem valor	100,00

O estado de conservação (C) registra qualitativamente a manutenção do imóvel e possui a correspondência quantitativa. Os valores são fixos e possuem ampla utilização no mercado de avaliação de imóveis.

Segundo Heidecke o estado de conservação se mantém durante a vida útil do imóvel indicando que o estado de conservação deve ser fundamental para o bom comportamento dos sistemas. O imóvel com estado de conservação novo, apresenta 0,00% de depreciação por exemplo.

Na tentativa de reduzir a subjetividade ao qualificar o estado de conservação, Pereira (2013) apresenta a Tabela 5, exemplificando a características de referência para cada estado de conservação (C) de Heidecke.

Tabela 5 – Estado de conservação (C)  
Fonte: Pereira (2013) apud Belzega (2000)

ESTADO DE CONSERVAÇÃO (C)	COEF. UTILIZADO (%)	CACTERÍSTICAS
Novo	0,00	Edificação nova ou com reforma geral e substancial, com menos de dois anos, que apresente apenas sinais de desgaste natural da pintura externa
Entre novo e regular	0,32	Edificação nova ou com reforma geral e substancial, com menos de dois anos, que necessite apenas de uma demão leve de pintura para recompor a sua aparência.
Regular	2,52	Edificação seminova ou com reforma geral e substancial, entre 2 e 5 anos, cujo estado geral possa ser recuperado apenas com reparos de eventuais, com fissuras superficiais localizadas e/ ou pintura externa e interna da edificação.
Entre regular e reparos simples	8,09	Edificação seminova ou com reforma geral e substancial, entre 2 e 5 anos, cujo estado geral possa ser recuperado com reparo de fissuras localizadas e superficiais e pintura externa e interna.
Reparos simples	18,10	Edificação cujo estado geral possa ser recuperado com pintura interna e externa, após reparos de fissuras superficiais generalizadas, sem recuperação do sistema estrutural. Eventualmente, há necessidade de revisão do sistema hidráulico e eléctrico.
Entre reparos simples e importantes	33,20	Edificação cujo estado geral possa ser recuperado com pintura interna e externa. Após reparos de fissuras, espera-se a estabilização e/ ou recuperação localizada do sistema estrutural. As instalações hidráulicas e eléctricas podem ser restauradas por meio de revisão e/ ou substituição eventual de algumas peças naturalmente desgastadas. Eventualmente pode ser necessária a substituição dos revestimentos de pisos e paredes de um ou outro compartimento. Revisão da impermeabilização ou substituição das telhas da cobertura.
Entre reparos importantes e sem valor	75,20	Edificação cujo estado geral possa ser recuperado com estabilização e/ ou recuperação do sistema estrutural, substituição da regularização da alvenaria, reparos de fissuras. Substituição das instalações hidráulicas e eléctricas. Substituição dos revestimentos de pisos e paredes. Substituição da impermeabilização ou do telhado.
Sem valor	100,00	Edificação em estado de ruína.

A partir da análise da Tabela 5, pode-se perceber que Heidecke optou pela introdução de uma nova variável – o Estado de Conservação, em vez de adotar modelos matemáticos que pudessem definir o comportamento da depreciação física. (PIMENTA,2011)

Não há representação gráfica do método de Heidecke, pois a característica do método é a implementação de uma variável nova a ser integrada a outros métodos pré-existentes, como será apresentado a seguir.

#### 2.5.1.5 Método de Ross-Heidecke

O método combinado de Ross-Heidecke, apresentado por Abunahman (2008) e Radegaz (2013) é a combinação do método Ross com o método de Heidecke. A partir desta 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).

Radegaz (2013) afirma que a depreciação do bem pode ser representada conforme a Equação (5):

$$D = [\alpha + (1 - \alpha) * c] * Vd \quad (5)$$

Sendo a Equação (6) utilizada para dimensionar o coeficiente de Ross:

$$\alpha = \frac{1}{2} * \left( \frac{x}{n} + \frac{x^2}{n^2} \right) \quad (6)$$

Onde:

$D$  = depreciação total;

$C$  = estado de conservação;

$Vd$  = valor depreciável;

$x$  = idade do imóvel;

$n$  = expectativa de vida útil.

A parcela  $\alpha + (1 - \alpha) * c$  da Equação (5) é o coeficiente de depreciação  $k$ , a partir do qual obtém-se a Equação (7):

$$k = \frac{1}{2} * \left( \frac{x}{n} + \frac{x^2}{n^2} \right) + \left[ 1 - \frac{1}{2} * \left( \frac{x}{n} + \frac{x^2}{n^2} \right) \right] * c \quad (7)$$

Onde:

$k$  = coeficiente de depreciação;     $x$  = idade do imóvel;  
 $C$  = estado de conservação         $n$  = expectativa de vida útil.

Vale 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 a ABNT NBR 15575-1:2013 ou a ABNT NBR 14653:2011:

- a)  $n$ : expectativa de vida útil. A variável utilizada pelo autor representa o mesmo conceito de vida útil (VUP) estabelecido na ABNT NBR 15575-1:2013.
- b)  $x$ : é o tempo decorrido desde a conclusão da construção até a data da inspeção. Esta variável é apresentada como a idade real (I), conforme ABNT NBR 14653-2:2011.

Segundo Radegaz (2013), a combinação dos métodos de Ross e de Heidecke oferece um modelo matemático com maior coerência técnica e aproxima o modelo matemático do estado de depreciação física observado “*in loco*”. Por esse motivo, essa é a metodologia com maior divulgação e aceitação no mercado imobiliário nacional e internacional, e no caso de lides jurídicas no Brasil.

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

(8)

Segundo Radegaz (2013), quando o imóvel não cumpre mais a sua função ou não pode ser ocupado, resta ao investidor o valor residual arbitrado ( $V_r$ ), fixado em 20%. Este índice é reservado ao valor do terreno, após a edificação entrar em ruína. O gráfico pode ser visto na Figura 22.

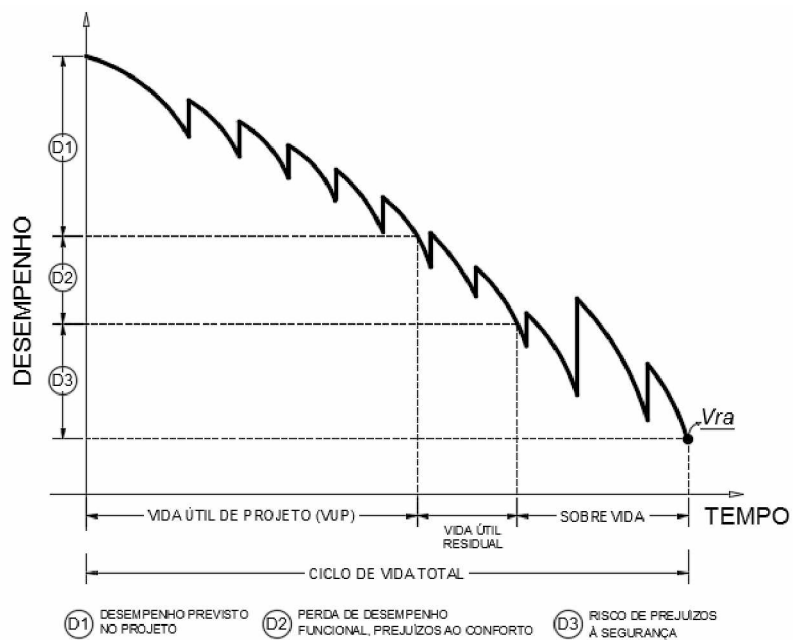


Figura 22 – Curva de Desempenho x Tempo, análise do  $Vra$   
 Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15575-1:2013

O método de Ross-Heidecke foi representado graficamente por Pimenta (2011) conforme

Figura 23, na qual são vistas as curvas de depreciação para cada estado de conservação (C), proposto pelo método de Heidecke, e sua variação ao longo do tempo da vida útil, conforme proposto pelo método de Ross.

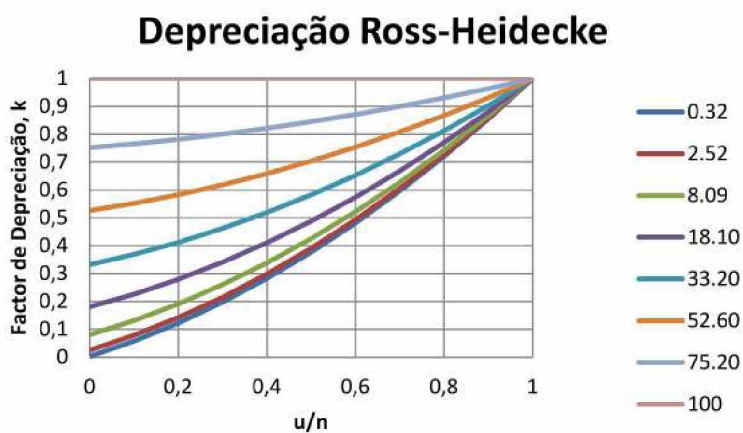


Figura 23 – Coeficiente de depreciação (C) método de Ross-Heidecke

Fonte: Pimenta (2011)

Abunahman (2008) utiliza como referência a Tabela 6 do *Bureau of Internal Revenue*, na qual está registrada a vida útil para diversos tipos de tipos de imóveis.

Tabela 6 - Vida útil estimada para diversas edificações.  
Fonte: Abunahman (2008)

<i>Bureau of Internal Revenue – Tipo de Imóvel</i>	
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
HOTÉIS	50
LOJAS	70
SILOS	75
TEATROS	50

O *Bureau of Internal Revenue* é uma instituição francesa que compartilha informações fiscais relativas ao mercado imobiliário, como dados da Tabela 6 por exemplo, e desempenha um importante papel na luta contra as práticas de evasão fiscal de modo global.

#### 2.5.1.6 Método da ISO 15686 – Método dos Fatores

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, ambiente interior e exterior, condições de uso e manutenção. Os fatores individuais podem ser representados da seguinte maneira:

- 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:

$$ESLC = RSLC * f_A * f_B * f_C * f_D * f_E * f_F * f_G \quad (9)$$

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

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

- Métodos determinísticos: segundo os quais a vida útil de um elemento é função de uma durabilidade de referência. Estes valores de referência são aqueles obtidos por informação dos fabricantes e, posteriormente, alterados por fatores de uso e manutenção, por exemplo. Uma vez aplicados os fatores, tornam-se valores absolutos e indicativos da durabilidade do sistema estudado;

- Métodos probabilísticos: normalmente baseados em cálculo matricial ou probabilístico, utilizam a estatísticas para definir a probabilidade de ocorrência de uma mudança de estado de um sistema. Esses métodos correlacionam os agentes causadores de degradação e apresentam maior segurança estatística ao estudo da degradação;

- Métodos de engenharia: partem de metodologias mais simples (determinísticos) 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 por causa de sua elevada operacionalidade.



O método dos fatores altera a depreciação do imóvel uma vez que apresenta novas variáveis que podem prolongar ou reduzir a vida útil (VUP) de um sistema ou imóvel.

## **2.6 PESQUISAS REALIZADAS SOBRE DEPRECIÇÃO DE IMÓVEIS**

As pesquisas apresentadas a seguir visam aos aprimoramentos dos modelos matemáticos do método de Ross Heidecke para reduzir os conceitos subjetivos e, ao mesmo tempo, aumentar o rigor na valoração das variáveis.

### **2.6.1 METODOLOGIA DE ROSS HEIDECKE APLICADO A SISTEMAS**

Pimenta (2011) propõe a segmentação do edifício em sistemas e a análise do coeficiente de conservação ( $C_i$ ) como elemento isolado para cada sistema. A partir desta análise, calcula-se o coeficiente de depreciação ( $k_i$ ) como elemento isolado para cada sistema.

Em sua proposta, Pimenta (2011) afirma ainda que a depreciação global do edifício ( $k_G$ ) será calculada de forma ponderada, multiplicando o coeficiente de depreciação do sistema ( $k_i$ ) por seu próprio custo. No Brasil, adota-se esse valor como o percentual dos custos para construção, retirado do orçamento do empreendimento. Conforme apresentado em seus estudos, Pimenta (2011) consegue alcançar maior controle e precisão fator de depreciação global ( $k_G$ ) do empreendimento. Sua proposta foi denominada de Método de Ross-Heidecke modificado.

O pesquisador parte do pressuposto de que danos graves a sistemas de baixo custo, não devem ser priorizados sobre danos leves em sistema de maior custo. Este raciocínio pode justificar o agrupamento de sistemas ponderados pelo próprio custo para o escalonamento de prioridades para recuperação ou mesmo para análise de depreciação global ( $k_G$ ).

Pimenta (2011) utiliza a estrutura de custos da edificação, definida a partir da percentagem de custo dos vários elementos da construção, relativamente ao produto final. Segundo *Project Management Institute* – PMI, o termo mais assertivo é Estrutura Analítica de Projeto (EAP), pois agrupa os valores de mão de obra e materiais que compõem o orçamento detalhado de cada sistema, bem como a percentagem que o item representa sobre o valor total do

empreendimento. Com isso, a fração do custo da construção do sistema, variável ( $E_i$ ) deve ser multiplicada pelo coeficiente de conservação, variável ( $C_i$ ).

Para aplicação do método de Ross-Heidecke modificado, é necessário levar em conta as obras de revitalização, que agregam valores residuais ao coeficiente de depreciação " $k_i$ " do sistema.

De acordo com essa proposta, as três variáveis utilizadas no Método de Ross-Heidecke – vida útil prevista ( $n$ ), idade efetiva ( $U$ ) e estado de conservação ( $C$ ) – passam a ser analisadas em cada sistema em que a edificação foi segmentada. Somente após a análise das partes, será calculado o coeficiente da edificação total.

A equação de Ross-Heidecke modificada por Pimenta (2011) para os sistemas da edificação é descrita da seguinte forma:

(10)

Onde:

$U_i$  = idade efetiva do sistema  $i$ ;

$n_i$  = vida útil total prevista do sistema  $i$ ;

$C_i$  = estado de conservação do sistema  $i$ ;

$k_i$  = coeficiente de depreciação do sistema  $i$  segundo Ross-Heidecke.

Observa-se que a variável  $U_i$  representa a idade efetiva do sistema, ou seja, em caso de reformas ou modificações, o período de contagem da vida útil deve ser reiniciado. A vida útil prevista  $n_i$  é correlata a vida útil de projeto de acordo, com a 15575-1:2013.

O coeficiente global da depreciação do imóvel será a soma do produto do coeficiente de depreciação multiplicado pela Estrutura de Custo do sistema, conforme apresentado na Equação (11).

$$k_G = \sum_{i=1}^j [k_i * E_i] \quad (11)$$

Onde:

$i$  = sistema objeto de depreciação;  $E_i$  = Estrutura de Custo do sistema

$i$ ;

$j$  = número de sistemas analisados;  $k_G$  = coeficiente de depreciação global.

$k_i$  = coeficiente de depreciação do sistema  $i$ ;

Para auxiliar no procedimento de cálculo do coeficiente de depreciação global, Pimenta (2011) propõe o fluxograma apresentado Figura 23.

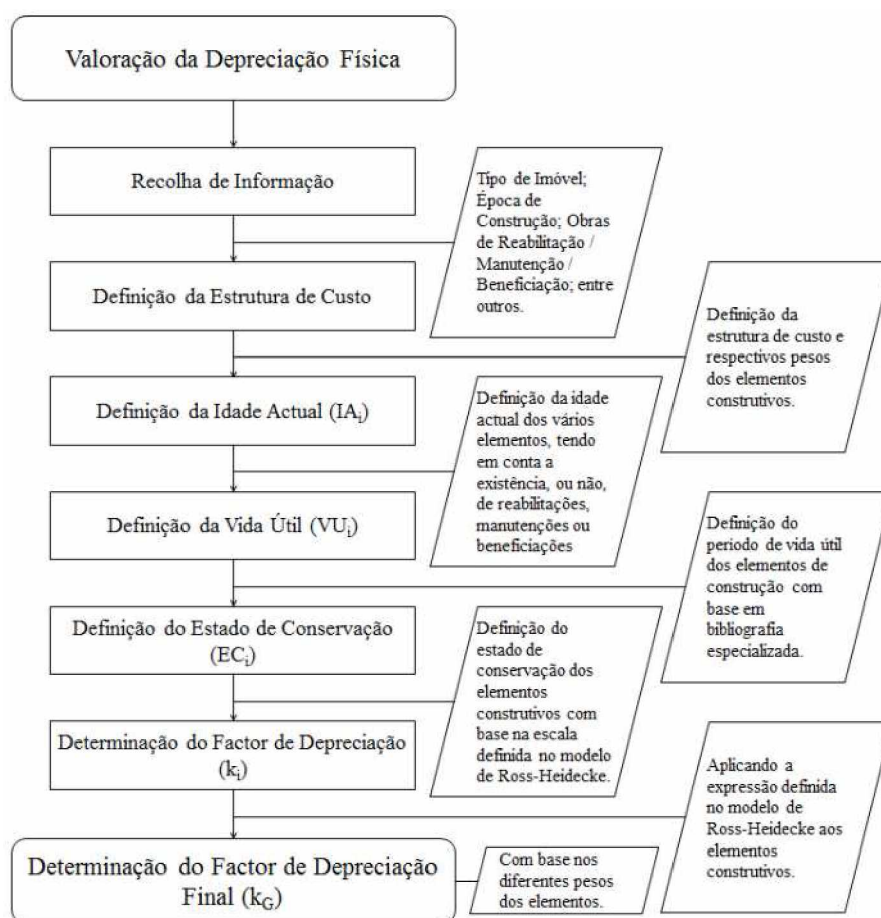


Figura 24 – Fluxograma para cálculo da depreciação global – método de Ross-Heidecke modificado

Pimenta (2011) conclui que o método de Ross-Heidecke modificado, avaliando os sistemas da edificação e suas respectivas vidas úteis, apresenta maior precisão no valor do Coeficiente global de depreciação.

Aperfeiçoar o cálculo da vida útil dos materiais e seus sistemas construtivos foi objeto de pesquisa de Pereira (2013), aprofundando o método de Ross-Heidecke modificado Pimenta (2011).

## **2.6.2 MÉTODO DE ROSS HEIDECKE APLICADO A SISTEMAS COMBINADO COM O MÉTODO DOS FATORES**

Na visão de Pereira (2013), para a avaliação da vida útil e do ciclo de vida de um imóvel, é importante entender a qualidade dos materiais, o processo executivo empenhado, o ambiente interno e externo, o estado de conservação, entre outros fatores que contornam os sistemas.

Sua principal contribuição ao presente estudo é a proposta de combinar a metodologia apresentada no item 2.6.1, aprofundando os conhecimentos para o cálculo da vida útil prevista de cada sistema, introduzindo os conceitos do Método dos Fatores apresentado na ISO 15686.

A vida útil total prevista (*VUE*) do sistema passa a ser representada pela Equação (12):

$$VUE = VUR * A * B * C * D * E * F * G \quad (12)$$

Onde:

VUE = vida útil total prevista;

VUR = vida útil de referência<sup>3</sup>;

A = fator relativo à qualidade dos materiais;

B = fator relativo ao nível de qualidade do projeto;

C = fator relativo ao nível de qualidade de execução;

D = fator relativo ao nível de qualidade do ambiente interior;

---

<sup>3</sup> A variável “vida útil de referência” (VUR) pode ser compreendida como a “vida útil de projeto” (VUP), definida pela ABNT NBR 15575, apresentada como “n<sub>i</sub>” nos cálculos apresentados

E = fator relativo ao nível de qualidade do ambiente exterior;

F = fator relativo às características de uso;

G = fator relativo ao nível de manutenção;

Pereira (2013) propôs uma folha para cálculo da vida útil Total (VUE), estabelecendo sete níveis de qualidade. Esses níveis podem ser alterados de acordo com as características construtivas, analisando o ciclo de vida do sistema.

O propósito inicial de Pereira (2013) é apresentar uma base teórica na introdução do método dos fatores para o cálculo da depreciação global.

Os valores propostos por Pereira (2013) para os sete níveis de qualidade dos sistemas da edificação, de acordo com as características do processo construtivo ou mesmo de suas condições de uso, estão transcritos na Tabela 7.

Tabela 7 – Valores dos fatores para a estimativa da vida útil  
Fonte: Pereira (2013) apud Echeverria M., Figueira R., Reyes S., Tiso A

Fatores (0,8 – 1,2 . Adimensionais)								
Nível de qualidade	A	B	C	D	E	F	G	A*B*C*D*E*F*G
Excelente	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	3,58
Muito Bom	1,2	1,2	1,2	1	1	1	1	1,73
Bom	1,1	1,1	1,1	1	1	1	1	1,33
Regular	1	1	1	1	1	1	1	1,00
Inferior	0,9	0,9	0,9	1	1	1	1	0,73
Mau	0,8	0,8	0,8	1	1	1	1	0,51
Muito Mau	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,21

Verifica-se que, das variáveis utilizadas no Método de Ross-Heidecke — vida útil prevista ( $n$ ), idade efetiva ( $U$ ) e estado de conservação ( $C$ ), a pesquisa de Pereira (2013) contribui na avaliação mais aprimorada da vida útil prevista ( $n$ ).

Conhecidos os coeficientes de depreciação de cada sistema construtivo ( $k_i$ ), pode-se determinar o coeficiente de depreciação global ( $K_G$ ) do imóvel de forma mais rigorosa. O modelo Ross-Heidecke modificado por Pimenta (2011) passa a ser representado pela Equação (13):

(13)

Onde:

$U_i$  = idade efetiva do sistema;

$VUE_i$  = vida útil total prevista do sistema;

$C_i$  = estado de conservação do sistema;

$k_i$  = coeficiente de depreciação do sistema segundo Ross-Heidecke.

O coeficiente global da depreciação do imóvel ( $K_G$ ) continua sendo a soma do produto entre o coeficiente de depreciação ( $k_i$ ) multiplicado pelo Estrutura de Custo do sistema ( $E_i$ ) conforme Equação (14):

$$k_G = \sum_{i=1}^j [k_i * E_i] \quad (14)$$

Onde:

$i$  = sistema objeto de depreciação;  $E_i$  = Estrutura de Custo do sistema  $i$ ;

$j$  = número de sistemas analisados;  $K_G$  = coeficiente de depreciação global.

$k_i$  = coeficiente de depreciação do sistema  $i$ ;

Pereira (2013) ainda apresenta o fluxograma da Figura 25, indicando os pontos de melhoria propostos ao Método de Ross Heidecke Modificado.

Figura 25 – Fluxograma para cálculo da depreciação global – método dos fatores combinado ao método de Ross-Heidecke modificado

Fonte: Pereira (2013)

Em suas conclusões, Pereira (2013) ratifica o entendimento de que o processo de depreciação envolve variáveis e fatores diversos, sendo difícil definição de um modelo matemático único.

Tanto Pimenta (2011) como Pereira (2013) apresentaram contribuições ao método de Ross Heidecke, na tentativa de reduzir a subjetividade na inspeção da variável qualitativa estado de conservação (C) e dos fatores que afetam a vida útil do sistema.

Neste capítulo pode-se perceber a quantidade de variáveis que alteram a depreciação e a vida útil dos imóveis, principalmente de imóveis comerciais. Foram apresentados ainda métodos matemáticos para quantificação da depreciação imobiliária e suas variações baseadas em pesquisas anteriores. Dentre os métodos, o mais difundido e pesquisado refere-se ao método de Ross Heidecke, principalmente aplicando as contribuições das pesquisas de Pimenta (2011) e Pereira (2013).

A subjetividade na qualificação da variável estado de conservação (C) foi discutida e foram propostos procedimentos que visam aferir maior credibilidade na aplicação do Método de Ross Heidecke.

## **2.7 PESQUISA DOCUMENTAL PARA CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA**

Segundo Pereira (1999), o serviço postal brasileiro era inicialmente exercido pelo primeiro Correio-Mor do Reino, instituído por Dom Pedro I em 1822. Esta atividade foi atribuída a diversos órgãos com diferentes nomenclaturas até o ano de 1969, quando foi criada a Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos, ou simplesmente os Correios.

A Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos é uma empresa pública de capital privado e possui a hegemonia da comunicação postal de todo o país, o que lhe confere um potencial intrínseco de integração nacional, além de exercer a função social de transportar documentos e informações por todo o território brasileiro.

Pereira (1999) descreve que, por conta de sua longevidade, os Correios começaram a acompanhar o perfil da cultura contemporânea, caracterizada pela circulação sem fronteiras de homens, ideias, informações e produtos, e estão envolvidos em múltiplos aspectos da vida social por meio de sua atividade no transporte de comunicações que é seu principal pilar.

Em relação à sua carteira imobiliária, os Correios possuem atualmente 2.443 imóveis próprios distribuídos nos mais de cinco mil municípios do Brasil. O primeiro imóvel destinado exclusivamente a atender o serviço postal, como foi descrito por Pereira (1999), foi inaugurado em 1878 e, desde então, o acervo imobiliário cresceu junto com a expansão da própria empresa.



Essas edificações, chamadas de ativos imobiliários, são consideradas um importante acervo do patrimônio histórico e cultural nacional. Salienta-se o estilo *Art Déco* como um dos mais impactantes, ilustrado na Figura 26.

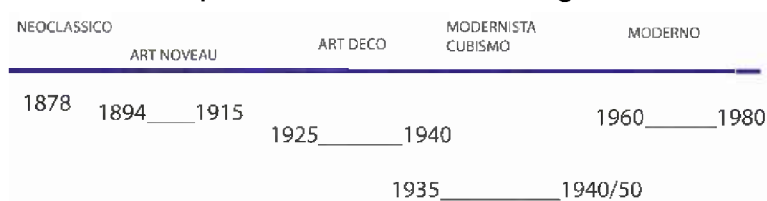


Figura 26- Cronologia arquitetônica do Brasil – Participação dos CORREIOS

Fonte: Adaptado de Pereira (1999)

Na parte arquitetônica, possui uma quantidade significativa de imóveis dos mais diversos períodos, modelos, construído com várias técnicas, o que permite compreender parte da evolução da história da arquitetura brasileira de seus edifícios institucionais, conforme ilustrado na Figura 27.



1- Estilo Neoclássico – Edifício Agência Niterói/RJ

2- Estilo Colonial – Edifício Agência Tiradentes/MG

3- Estilo cubista - Edifício Central/BA

4- Estilo ArtDeco - Edifício Agência Pelotas/RS

5- Estilo ArtDeco - Edifício Central/MS

6- Estilo ArtDeco- Edifício Central/CE

7- Estilo moderno - agência EQS 104-304/DF

8- Estilo moderno - Ed Sede /DF

Figura 27- Ilustrações das fachadas de edifícios postais em diferentes períodos históricos

Fonte: Pereira (1999).

A importância do patrimônio histórico cultural da empresa é notória. É também imprescindível a análise da gestão e da conservação do seu conjunto de ativos imobiliários, com o intuito de estabelecer parâmetros para predição de valores e para embasar a política de investimentos em conservação predial e controle do desempenho das edificações.

### **2.7.1 CONSERVAÇÃO PREDIAL DE EDIFÍCIOS DOS CORREIOS**

Dada a grande quantidade de imóveis, a gestão da carteira imobiliária da empresa requer altos investimentos em manutenção, dispondo de equipes específicas nas diversas áreas de conhecimento.

A Empresa tem como objetivo estabelecer ações de manutenção, que reduzam os custos indiretos e ampliem o planejamento da conservação predial. Neste foco, tem investido no estudo da conservação patrimonial, buscando referências em normas técnicas e metodologias científicas conceituadas que possibilitem ordenar as prioridades.

Os Correios dispõem de dados que estabelecem a correlação entre o estado de conservação, os investimentos necessários à conservação, o desempenho e a vida útil do edifício.

De acordo com Vargas (2014), a tomada de decisão do investimento é pautada nos reconhecimentos dos níveis dos resultados que poderão ocorrer no ambiente do empreendimento. Em uma empresa como os Correios, os recursos financeiros alocados em obras para conservação predial estão intimamente vinculados à sua imagem; esse é seu primeiro *marketing*.

Atualmente, as unidades das agências de correios (AC) correspondem a 80% de todos os ativos imobiliários dos Correios e possuem áreas edificadas menores que 300 m<sup>2</sup>, conforme relatórios internos da própria empresa. Algumas dessas agências não apresentam bom estado de conservação como pode ser observado na Figura 28.



Figura 28 - AC Corinto /MG  
Fonte: Arquivo pessoal

A aparência de uma edificação e o correto funcionamento de seus sistemas de revestimento, pintura, instalações elétricas e estruturais, entre outros, reforçam a imagem do rigor de seus processos internos e a qualidade dos serviços prestados, aumentando a confiança da empresa por parte de seus colaboradores e clientes.

Para este estudo, a empresa dos Correios forneceu dados de seus imóveis, que servirão também como amostras de imóveis comerciais não-restritos à atividade postal.

No capítulo 3 será aplicado valores aos modelos multiparâmetros de Ross Heidecke modificado e modificado com fatores.

Posteriormente no capítulo 4, será apresentado todas as diretrizes com análises e decisões que podem ser tomadas pelos gestores, utilizando ao coeficiente global de depreciação calculado.

### **3 AVALIAÇÃO DA DEPRECIAÇÃO FÍSICA DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS**

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

Os imóveis comerciais possuem características de manutenção e conservação específicas em face da grande quantidade de reformas demandadas. Parte das intervenções é motivada por desgaste dos materiais de acabamento, outra parte é exigida na customização do ponto de venda para atender produtos comercializados.

Esta é uma particularidade que exige especial atenção dos investidores quanto ao estado de conservação desses empreendimentos.

Neste trabalho serão efetuadas inspeções em imóveis comerciais com o objetivo de verificar as dispersões da variável qualitativa estado de conservação (C), utilizada no método de Ross-Heidecke.

Foi proposto um formulário de inspeção (Apêndice I), contendo uma lista dos indicadores visuais de deterioração para cada sistema inspecionado. Durante a vistoria, a relação de causa-efeito da deterioração não será aprofundada, somente servirá como sugestão para qualificação do estado de conservação do sistema (Ci).

Após as inspeções e preenchimento do estado de conservação dos sistemas (Ci) de todos os imóveis amostrais, será calculado o coeficiente de depreciação global ( $K_G$ ). Esse coeficiente é que será analisado estatisticamente, para verificar as possíveis dispersões entre os técnicos.

Na segunda etapa, os imóveis que apresentarem tipologia equivalente, serão tratados com a equação de Ross-Heidecke modificada, combinadas com o Método dos Fatores, para análise do fator manutenção no ciclo de vida do imóvel comercial.

Todos os imóveis comerciais institucionais inspecionados possuem dados históricos e manuais de processos para projeto, construção, operação e manutenção. Todos fazem parte do acervo imobiliário de uma empresa projetizada e seus fluxos de trabalho padronizados.

O objeto de estudo é verificar a dispersão do coeficiente de depreciação global ( $K_g$ ), calculado a partir da variável qualitativa estado de conservação (C). As tipologias adotadas são descritas pelo *Bureau of Internal Revenue* com Casas de Alvenaria, Bancos, Edifício de Escritórios e Galpões.

Para tanto, serão vistoriados seis imóveis comerciais separados por sua tipologia, com estado de conservação qualificado por técnicos diferentes.

### 3.2 SÍNTESE TEÓRICA DOS MÉTODOS PROPOSTOS

Antes aplicar o método de Ross-Heidecke modificado por Pimenta (2011), os parâmetros do modelo matemático proposto, bem como as variáveis utilizadas serão aferidas em um edifício de escritório, com VUP de 75 anos sem reformas significativas. Os resultados serão analisados e comentados para validação das equações e possíveis ajustes nos procedimentos durante a coleta dos dados.

A Tabela 8 apresenta os parâmetros de obras executadas pelos Correios e disponibilizadas para esta pesquisa, imóveis com a tipologia do Edifício de Escritórios, segmentado em onze sistemas, possui a seguinte EAP:

Tabela 8 – Estrutura de Custo ( $E_i$ ) do edifício de escritórios, adaptado de Pimenta (2011)

Fonte: Empresa Brasileira de Correios – Correios

<b>Sistema</b>	<b><math>E_i</math> (%)</b>
01. ESTRUTURA	27,00
02. ALVENARIA	5,00
03. REVESTIMENTO	9,00
04. PINTURA	10,00
05. PISO	6,00
06. COBERTURA	8,00
07. FORRO	6,00
08. ESQUADRIAS	9,00
09. INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	5,00
10. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	7,00
11. AR CONDICIONADO	8,00

Para aplicar o método de Ross-Heidecke modificado por Pimenta (2011), foi proposto o estado de conservação de cada um dos onze sistemas apresentados, onde vida útil prevista ( $n_i$ ) dos sistemas que compõem o edifício de escritórios será estabelecida de acordo com os valores apresentados na ABNT NBR 15575-1:2013.

A qualificação adotada pode ser vista na Tabela 9.

Tabela 9 – Estado de conservação (Ci) dos sistemas de um edifício de escritórios  
Fonte: Adaptado de Pimenta (2011)

SISTEMAS	Estado de Conservação do Sistema (Ci)	(%)
01. ESTRUTURA	REPAROS IMPORTANTES	52,60
02. ALVENARIA	ENTRE REGULAR E REPAROS SIMPLES	8,09
03. REVESTIMENTO	REPAROS IMPORTANTES	52,60
04. PINTURA	ENTRE REGULAR E REPAROS SIMPLES	8,09
05. PISO	DE REPAROS SIMPLES A IMPORTANTES	33,20
06. COBERTURA	ENTRE REGULAR E REPAROS SIMPLES	8,09
07. FORRO	DE REPAROS SIMPLES A IMPORTANTES	33,20
08. ESQUADRIAS	ENTRE REGULAR E REPAROS SIMPLES	8,09
09. INST. HIDROSSANITÁRIAS	ENTRE REGULAR E REPAROS SIMPLES	8,09
10. INST. ELÉTRICAS	DE REPAROS SIMPLES A IMPORTANTES	33,20
11. AR CONDICIONADO	REPAROS SIMPLES	18,10

É sabido que a ABNT NBR 15575-1:2013 especifica sua aplicação somente em edificações residenciais, com limitação de cinco pavimentos mas atende como parâmetros matemáticos para as equações. A Tabela 10 apresenta os valores que podem servir como referência de vida útil para validar as equações e o modelo matemático proposto neste trabalho.

Tabela 10 – Vida útil prevista dos sistemas ( $n_i$ ).

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15575-1:2013

SISTEMAS	$n_i$ (anos)
01. ESTRUTURA	75
02. ALVENARIA	60
03. REVESTIMENTO	20
04. PINTURA	12
05. PISO	20
06. COBERTURA	30
07. FORRO	30
08. ESQUADRIAS	30
09. INST. HIDROSSANITÁRIAS	30
10. INST. ELÉTRICAS	30
11. AR CONDICIONADO	20

Utilizando a Equação (10), já apresentada, o método de Ross-Heidecke modificado por Pimenta (2011) possui as seguintes variáveis:

(10)

Onde:

$U_i$  = idade efetiva do sistema  $i$ ;       $C_i$  = estado de conservação do sistema  $i$ ;

$n_i$  = vida útil total prevista do sistema  $i$ ;  
 $k_i$  = coeficiente de depreciação do sistema  $i$ .

A Tabela 11 apresenta as variáveis estado de conservação do sistema ( $C_i$ ), vida útil total prevista do sistema ( $n_i$ ), idade efetiva do sistema ( $U_i$ ) utilizadas método de Ross-Heidecke modificado, supondo a construção em 1970 e inspeção em 2018, respectivamente.

Tabela 11 – Coeficiente de depreciação dos sistemas pelo Método de Ross Heidecke modificado  
 Fonte: Adaptado de Pimenta (2011)

SISTEMAS	Estado de Conservação do Sistema ( $C_i$ )	$n_i$ (anos)	$U_i$ (anos)	$k_i$ (%)
01. ESTRUTURA	52,60%	75	48	77,48
02. ALVENARIA	8,09	60	48	74,27
03. REVESTIMENTO	52,60	20	48	100,00
04. PINTURA	8,09	12	48	100,00
05. PISO	33,20	20	48	100,00
06. COBERTURA	8,09	30	48	100,00
07. FORRO	33,20	30	48	100,00
08. ESQUADRIAS	8,09	30	48	100,00
09. INST. HID.	8,09	30	48	100,00
10. INST. ELÉTRICAS	33,20	30	48	100,00
11. AR CONDICIONADO	18,10	20	48	100,00

O valor de ( $k_i$ ), coeficiente de depreciação do sistema, registrado na última coluna da Tabela 11, foi calculado aplicando-se diretamente a equação proposta por Pimenta (2011). Verifica-se que sistemas como revestimento, pintura, piso, cobertura, forro, esquadrias, instalações hidrossanitárias, instalações elétricas e ar condicionado apresentam o coeficiente de depreciação igual a 100%, ou seja, estão totalmente depreciados.

Variar a depreciação entre 0% e 100% traz o modelo matemático ao conceito físico da equação, não há depreciação física observada superior a 100% ou valores negativos.

Há nestes sistemas a necessidade de manter estado de alerta das equipes de manutenção, com possibilidade de intervenções não programadas e aumenta-se os riscos de interrupção no uso.

O sistema estrutural apresenta depreciação correspondente a 77,48% do total de sua vida útil prevista. Da mesma forma, o sistema de alvenaria apresenta 74,27% de depreciação, restando 25,13% de sua vida útil de projeto.

O gráfico da Figura 29 representa a depreciação de cada sistema ao longo dos anos de ocupação do edifício, evidenciando o final da vida útil projetada para cada sistema, se não houver intervenção da conservação predial ou manutenção.

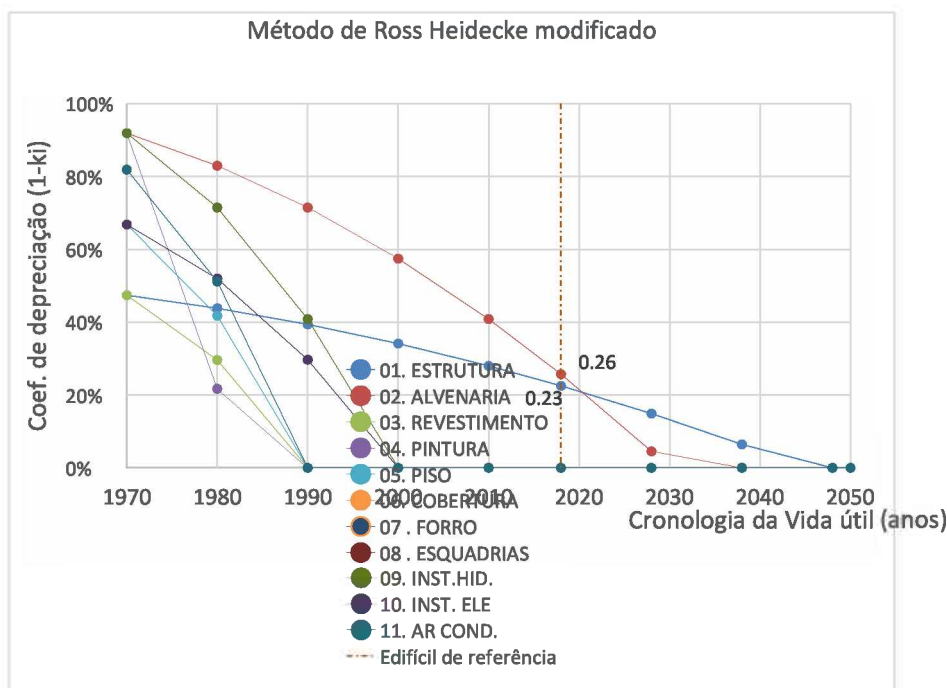


Figura 29 – Gráfico do Método de Ross-Heidecke modificado – Cronologia da depreciação dos sistemas  
Fonte: Adaptado de Pimenta (2011)

A vida útil projetada é totalmente consumida nos sistemas de revestimento, pintura, piso, cobertura, forro, esquadrias, instalações hidráulicas, elétricas ar-condicionado. Somente restariam, após 48 anos de uso, 25,73% do sistema de alvenaria e 22,52% do sistema estrutural.

Na sequência, para obtenção do fator de depreciação global ( $K_G$ ) do Edifício de Escritórios, será utilizada a Equação (11). Os valores calculados foram consolidados na Tabela 12.

Tabela 12 – Coeficiente de depreciação global ( $K_G$ ) – Edifício de escritórios.  
Fonte: Adaptado de Pimenta (2011)

SISTEMAS	$E_i$ (%)	$k_i$ (%)	$K_G$ (%)
01. ESTRUTURA	27,00	77,48	
02. ALVENARIA	5,00	74,27	
03. REVESTIMENTO	9,00	100,00	
04. PINTURA	10,00	100,00	



05. PISO	6,00	100,00	
06. COBERTURA	8,00	100,00	92,63
07. FORRO	6,00	100,00	
08. ESQUADRIAS	9,00	100,00	
09. INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	5,00	100,00	
10. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	7,00	100,00	
11. AR CONDICIONADO	8,00	100,00	

Conforme os dados da tabela, o edifício de escritórios, utilizado como exemplo para o modelo matemático, possui depreciação de 92,63%, ou seja, restam somente 7,37% da vida útil global do imóvel, o que indica que está no final de sua vida útil.

Sistemas como revestimento, pintura, piso, cobertura, forro, esquadrias, instalações hidrossanitárias, instalações elétricas e ar condicionado estão completamente depreciados e necessitam de intervenções corretivas. Este é um ponto de alerta para tomada de decisão dos gestores. Avaliações mais detalhadas com relação ao desempenho e custos em recuperação devem complementar a tomada de decisão.

Segundo Pimenta (2011), o modelo proposto se mostra confiável, sendo necessária a atualização da EAP para cada tipologia de edificação do mercado imobiliário (hospitais, museus, escolas, entre outros) e o desenvolvimento de estudos aprofundados dos parâmetros de vida útil dos sistemas analisados.

### 3.2.1 ANÁLISE DO MÉTODO DE ROSS-HEIDECKE MODIFICADO

Percebe-se que o estudo apresenta uma visão mais rigorosa do coeficiente de depreciação do imóvel, uma vez que analisa a diversidade existente nos sistemas.

O valor final do coeficiente de depreciação global ( $K_G$ ) dos sistemas analisados, apresentado na Equação (11), será o somatório do produto do coeficiente de depreciação do sistema ( $k_i$ ) multiplicado pela Estrutura de Custo ( $E_i$ ), retirado na estrutura de custo da obra, conforme Tabela 9. O efeito da multiplicação da Estrutura de Custo ( $E_i$ ) aumenta a atenção dos gestores com relação ao estado de conservação ( $C$ ) de sistemas. A Figura 30 pode representar graficamente este efeito.

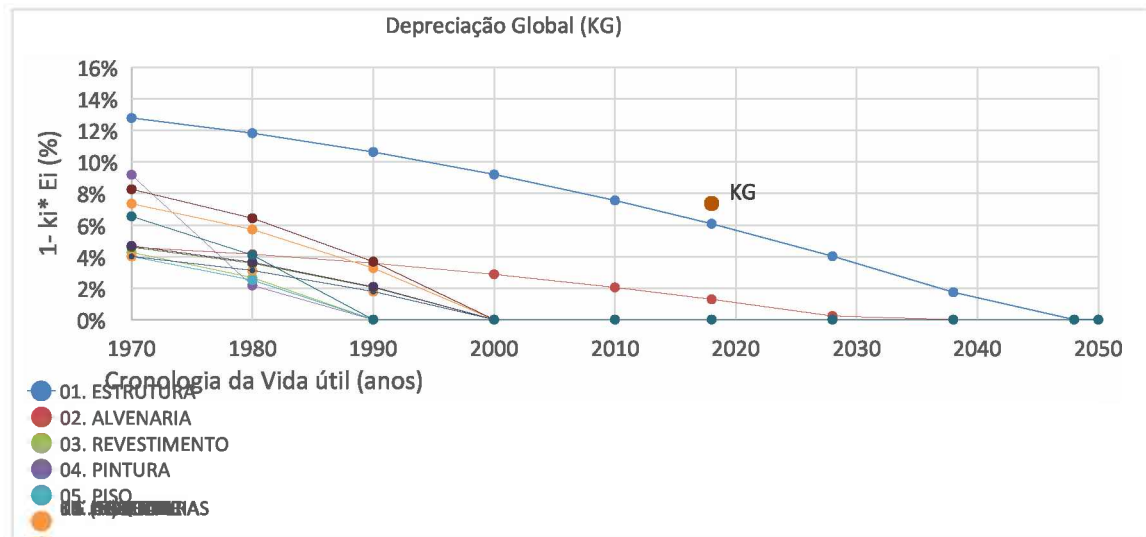


Figura 30 – Gráfico do Método de Ross-Heidecke modificado – Coeficiente de depreciação global ( $K_G$ )  
 FONTE: Adaptado de Pimenta (2011)

O gráfico da Figura 30 demonstra a importância da conservação predial durante a vida útil do imóvel, conforme os estudos apresentados por Pimenta (2011).

Para prever os custos recuperação dos sistemas analisados, o valor de referência (VR) pode ser determinado pela seguinte equação:

$$VR = K_G * CUB * A \quad (15)$$

Onde:

$VR$  = valor de referência;

$K_G$  = coeficiente de depreciação geral;

$CUB$  = custo unitário básico – ABNT NBR 12721:2006;

$A$  = Área do imóvel.

Supondo que o imóvel comercial utilizado como modelo com área de um mil metros quadrados e o CUB anunciado pelo SINDUSCON, para a cidade de Brasília, no mês de Junho/2018, apresentasse o valor de R\$ 1.281,00 para padrão construtivo (R8-N)<sup>4</sup>.

Aplicando-se os valores na Equação (15), obtém-se uma estimativa do investimento de R\$1.186.590,56 em reformas para restabelecer todos os sistemas do edifício comercial em análise.

<sup>4</sup> (fonte: <http://www.sinduscondf.org.br/portal/cub>, acessado em julho/2018)

Aprofundando a análise dos investimentos, poderia inclusive ser rateado os custos balizadores de investimento a cada sistema, conforme Tabela 13.

Tabela 13 –Planejamento de investimentos a partir do cálculo de  $K_G$  – Edifício de escritórios.

Fonte: Autor

SISTEMAS	$E_i$ (%)	$k_i$ (%)	$K_G$ (%)	Investimento Total(R\$)	Investimento por Sistema(R\$)
01. ESTRUTURA	27	77,47			267.948,95
02. ALVENARIA	5	74,26			47.561,61
03. REVESTIMENTO	9	100			115.290,00
04. PINTURA	10	100			128.100,00
05. PISO	6	100			76.860,00
06. COBERTURA	8	100			102.480,00
07. FORRO	6	100	92,63	1.186.590,56	76.860,00
08. ESQUADRIAS	9	100			115.290,00
09. INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	5	100			64.050,00
10. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	7	100			89.670,00
11. AR CONDICIONADO	8	100			102.480,00

Verifica-se que o valor de depreciação global de 92,63% implica em um provisionamento financeiro de próximo a um milhão e duzentos mil reais para que a edificação seja restituída ao estado de conservação considerado novo. O sistema de maior investimento será o estrutural, com investimento aproximado de duzentos e setenta mil reais.

Oliveira; Pantoja (2016) apresentam que analisar somente a manifestação patológica pode apresentar riscos ao modelo matemático, este é o motivo de incrementar a os procedimentos apresentados na Figura 32.

Os procedimentos e diretrizes para utilização e aplicação destas equações será apresentada no capítulo 4, com detalhes importantes para controle das variáveis qualitativas.

### 3.2.2 ANÁLISE DO MÉTODO DE ROSS-HEIDECKE MODIFICADO COMBINADO COM MÉTODO DOS FATORES

Para demonstrar a contribuição de Pereira (2013) de forma numérica, será mantido como exemplo o edifício de escritórios utilizado no item 3.2.1. A

Tabela 14 consolida os principais dados a respeito da edificação em análise.

Tabela 14 – Edifício de Escritórios – dados cadastrais  
Fonte: Adaptado de Pereira (2013)

Nome: Edifício de escritórios  
 Área Construída (m²): 1000  
 Data Construção (ano): 1970  
 Data da Inspeção (ano): 2018

SISTEMAS	ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO SISTEMA (Ci) - QUALITATIVO	VIDA ÚTIL DO SISTEMA (Ni) - ANOS
01. ESTRUTURA	REPAROS IMPORTANTES	75
02. ALVENARIA	ENTRE REGULAR E REPAROS SIMPLES	60
03. REVESTIMENTO	REPAROS IMPORTANTES	20
04. PINTURA	ENTRE REGULAR E REPAROS SIMPLES	12
05. PISO	DE REPAROS SIMPLES A IMPORTANTES	20
06. COBERTURA	ENTRE REGULAR E REPAROS SIMPLES	30
07. FORRO	DE REPAROS SIMPLES A IMPORTANTES	30
08. ESQUADRIAS	ENTRE REGULAR E REPAROS SIMPLES	30
09. INST.HID.	ENTRE REGULAR E REPAROS SIMPLES	30
10. INST. ELE	DE REPAROS SIMPLES A IMPORTANTES	30
11. AR COND.	REPAROS SIMPLES	20

A proposta é sugerir valores para qualificação dos onze sistemas analisados, qualificando todos os fatores como regular, exceto o fator referente à qualidade da manutenção, que será aplicado uma pequena perda.

Percebe-se modificação no valor da vida útil de todos os sistemas, conforme cálculos apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 – Vida útil total prevista do sistema (VUEi) – Edifício de escritórios  
 Fonte: Adaptado de Pereira (2013)

SISTEMAS	Estado de Conservação do Sistema (Ci)	ni (anos)	A	B	C	D	E	F	G	VUEi (Anos)
01. ESTRUTURA	REPAROS IMPORTANTES	75	1	1	1	1	1	1	0,8	60
02. ALVENARIA	ENTRE REGULAR E REPAROS SIMPLES	60	1	1	1	1	1	1	0,8	48
03. REVESTIMENTO	REPAROS IMPORTANTES	20	1	1	1	1	1	1	0,8	16
04. PINTURA	ENTRE REGULAR E REPAROS SIMPLES	12	1	1	1	1	1	1	0,8	9,6
05. PISO	REPAROS SIMPLES A IMPORTANTES	20	1	1	1	1	1	1	0,8	16
06. COBERTURA	ENTRE REGULAR E REPAROS SIMPLES	30	1	1	1	1	1	1	0,8	24
07. FORRO	REPAROS SIMPLES A IMPORTANTES	30	1	1	1	1	1	1	0,8	24
08. ESQUADRIAS	ENTRE REGULAR E REPAROS SIMPLES	30	1	1	1	1	1	1	0,8	24
09. INST.HID.	ENTRE REGULAR E REPAROS SIMPLES	30	1	1	1	1	1	1	0,8	24
10. INST. ELE	REPAROS SIMPLES A IMPORTANTES	30	1	1	1	1	1	1	0,8	24
11. AR COND.	REPAROS SIMPLES	20	1	1	1	1	1	1	0,8	16

Percebe-se que todos os sistemas tiveram a vida útil reduzida em 20%, somente por conta da alteração da qualidade da manutenção aplicada. Segundo Pinto (2011), a introdução do Método dos Fatores traz rigor, mas ao mesmo tempo, amplia a necessidade de estudos para aferir a qualidade de cada fator utilizado.

Ao examinar a proposta de Pereira (2013), percebe-se que a variável ( $n_i$ ), vida útil total prevista sistema, pode variar de acordo com fatores presentes no ciclo de vida do sistema.

Percebe-se também que os valores propostos na Tabela 15 fornecem ao gestor a possibilidade de intervenção nas várias etapas do ciclo de vida do sistema, compensando os fatores que podem alterar a vida útil e a depreciação do imóvel.

Como exemplo, o fator qualidade de projetos, com deficiência no detalhamento, qualificado com fator 0,9, pode justificar o aumento no critério de contratação do fator qualidade de execução.

Dessa forma, haverá um equilíbrio dos dois fatores, segundo análise da Equação (12), que representa o método dos Fatores.

$$VUE = VUR * A * B * C * D * E * F * G \quad (12)$$

Onde:

VUE = vida útil total prevista;

VUR = vida útil de referência;

A = fator relativo à qualidade dos materiais;

B = fator relativo ao nível de qualidade do projeto;

C = fator relativo ao nível de qualidade de execução;

D = fator relativo ao nível de qualidade do ambiente interior;

E = fator relativo ao nível de qualidade do ambiente exterior;

F = fator relativo às características de uso;

G = fator relativo ao nível de manutenção.

Esse aumento da qualidade na contratação da equipe de obra pode ser feito, por exemplo, aumentando-se o grau de exigência do acervo técnico ou mesmo a reserva de orçamento para possíveis aditivos na obra.

Com isso, é possível gerir o risco de todo o ciclo de vida do empreendimento, verificando cada etapa e ponderando o fator referente ao nível de qualidade esperado. Obras com baixa qualidade de execução e baixa qualidade de projetos necessitam de maiores investimentos em manutenção, como uma forma de prever os riscos de depreciação, deterioração ou mesmo perda de desempenho.

### **3.3 METODOLOGIA PARA CÁLCULO DO COEFICIENTE DE DEPRECIAÇÃO GLOBAL**

A metodologia a seguir deve ser aplicada para coleta de dados e para o cálculo do coeficiente de depreciação global ( $K_g$ ) do imóvel avaliando, afim de consolidar os registros e padrões adotados, uma vez que as variáveis qualitativas podem ser subjetivas a ponto de afetar o resultado final do trabalho.

Dentro desse contexto, é necessário que sejam observados as diversas áreas de conhecimento e os sistemas que serão inspecionados, sempre contribuindo com informações que reduzam a subjetividade. Sugere-se ainda que a equipe seja composta de profissionais em arquitetura e engenharia com experiência em manutenção predial, reduzindo assim parte da subjetividade ora citada.

Apresenta-se a seguir oito procedimentos que devem ser aplicados de forma sequencial, pois são fundamentais no processo de coleta dos dados precisa, utilizando o método de Ross-Heidecke modificado por Pimenta (2011).

#### **3.3.1 PARA A CLASSIFICAÇÃO DO IMÓVEL**

Para a inspeção é propício que seja selecionado imóveis com baixa complexidade técnica, um pavimento e plano de manutenção muito simples. Nesse caso, o trabalho pode ser feito por um profissional habilitado, sem equipamentos, com acesso a todos os sistemas da edificação.

#### **3.3.2 PARA OS REGISTROS HISTÓRICOS DA EDIFICAÇÃO**

Também conhecido como anamnese, é a etapa que visa recolher toda a documentação referente ao ciclo de vida do imóvel avaliando. São observados os

registros de projeto, planilhas de obra, registros cartoriais, evidências de intervenções de manutenção ou reparos.

Nesta etapa, são selecionados os sistemas construtivos a serem vistoriados. No caso desta dissertação, foi adotada como parâmetro de seleção a planilha de custos da obra, em razão da característica de uso comercial do imóvel. Assim o empreendedor pode acompanhar os investimentos em manutenção tendo como referência a depreciação do patrimônio, balizando as decisões financeiras.

### **3.3.3 PARA ESCOLHA DOS SISTEMAS**

Uma vez selecionados os sistemas principais da edificação, deve-se estabelecer o grau de representatividade deste em relação ao imóvel todo. Estabelecer a planilha de custos da obra, possibilita a visualização das porcentagens de custo de cada sistema em relação ao valor total investido na construção.

Esta é a variável ( $E_i$ ) utilizada como fator de importância daquele sistema analisado em relação ao todo.

### **3.3.4 PARA A ELABORAÇÃO DO FORMULÁRIO DE INSPEÇÃO**

Mesmo com a utilização de profissionais habilitados, é importante que sejam elaborados formulários de referência com indicadores de deterioração, como foi o caso do formulário utilizado nesta pesquisa. As terminologias devem ser precedidas de estudo técnico para minimizar conflitos durante a inspeção e evitar a correlação de causa efeito, muito comum nos profissionais da área. Como a análise está focada na depreciação do imóvel, a presença ou não da deterioração é o dado a ser registrado.

Além do fato de serem sugestivos, a grande vantagem destes formulários é dar foco ao técnico, em face da amplitude de dados que compõe o estudo de manifestações patológicas e variáveis que influenciam esta área de estudo. Isto auxilia no julgamento do estado de conservação, variável importante na aplicação do método proposto.

### **3.3.5 PARA A REALIZAÇÃO DA INSPEÇÃO PREDIAL**

A inspeção deve ocorrer após os procedimentos anteriores serem concluídos. Assim, o profissional terá registros e informações mais centradas, facilitando sua decisão ao classificar o estado de conservação dos sistemas analisados.

### **3.3.6 PARA QUALIFICAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS SISTEMAS ( $C_i$ )**

Somente após o término da vistoria de inspeção é que deve ser classificado o estado de conservação dos sistemas ( $C_i$ ). Assim, há a prerrogativa de que foram vistoriados todos os sistemas e locais onde estão presentes. A partir da visão global pode-se qualificar os diversos sistemas analisados, dirimindo quaisquer dúvidas e gerando criticidade ao registrar esta variável.

### **3.3.7 PARA O CÁLCULO DA DEPRECIACÃO DOS SISTEMAS ( $k_i$ )**

Este é outro procedimento que necessita de especial atenção. Como o método de Ross Heidecke utiliza a vida útil dos sistemas e esta é uma área tão complexa quanto o estudo de manifestações patológicas, foram utilizados os valores normatizados na ABNT NBR 15575-1:2013, para alimentar as equações e o processamento matemático, mesmo em edificações anteriores a vigência desta norma.

O estudo quantitativo da vida útil de materiais e sistemas tem apresentado um avanço significativo na área acadêmica e é uma variável importante ao modelo matemático aqui estudado. Sugere-se que, a cada aplicação do método, sejam revisados os estudos mais recentes com relação a esta área de conhecimento, pois os resultados podem variar de forma representativa.

### **3.3.8 PARA O DIMENSIONAMENTO DO COEFICIENTE GLOBAL DE DEPRECIACÃO DO IMÓVEL ( $K_G$ )**

Seguindo o método proposto por Pimenta (2011), o coeficiente de depreciação global do imóvel é a multiplicação da depreciação do sistema por sua



representatividade no edifício, neste caso, a porcentagem baseada na Estrutura de Custo (Ei) da construção. Desta forma, grandes danos a sistemas relativamente de baixo custo de construção podem não ser tão significativos como pequenos danos a sistemas de custo elevado.

A aplicação desta argúcia matemática, ponderando o estado de conservação ao custo do investimento possibilita análises importantes ao investidor.

O fluxograma da Figura 31 apresenta a aplicação da metodologia para cálculo do coeficiente de depreciação, para imóveis comerciais, auxiliando na condução do processo.

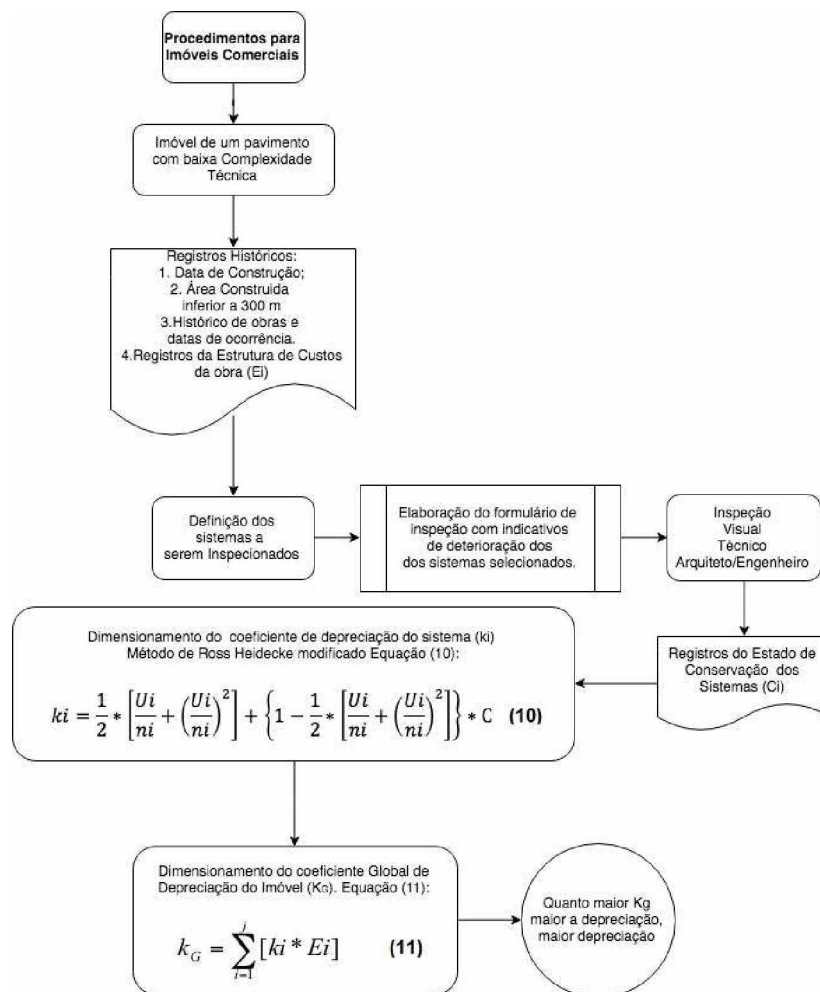


Figura 31 – Procedimentos para aplicação do método de Ross Heidecke modificado no planejamento o de conservação patrimonial

Fonte: Arquivo Pessoal

### 3.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Para o presente trabalho, foram selecionados seis técnicos graduados em arquitetura ou engenharia, com a finalidade de inspecionar individualmente seis imóveis, compondo o campo amostral de 36 dados a serem analisados. O procedimento adotado segue a Figura 32.

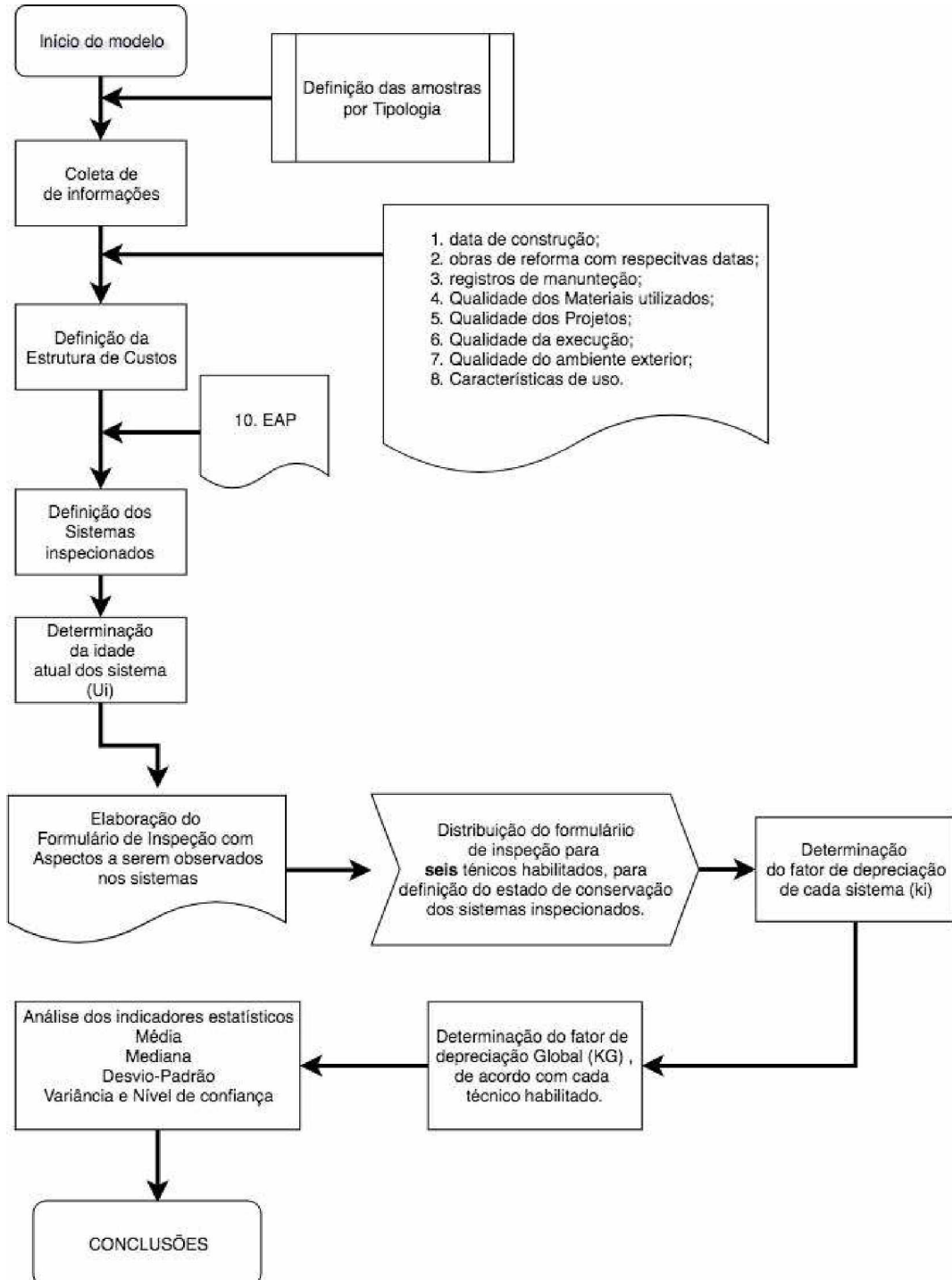


Figura 32 – Fluxograma de procedimentos adotados

Fonte: Arquivo pessoal.

As seguintes premissas foram adotadas durante as inspeções:

- a) Os valores da vida útil dos sistemas foram padronizados de acordo com a ABNT NBR 15575-1:2013, com o objetivo de fixar esta variável para todos os edifícios amostrais e atender o modelo matemático;
- b) Os imóveis receberão a tipologia correspondente ao padrão estabelecido pelo *Bureau of Internal Revenue*;
- c) Todos os técnicos fazem parte do departamento de engenharia dos Correios e possuem experiência em manutenção predial. Deverão fazer inspeções visuais, nível 1, conforme a Norma da Inspeção Predial Nacional da IBAPE (2012). Terão consigo o formulário proposto com indicadores de deterioração padronizados;
- d) Somente após o final da vistoria, devem ser preenchidos os campos relativos ao estado de conservação (C) de cada sistema inspecionado;
- e) Todos os técnicos tiveram acesso ao texto apresentado no item 2.4 desta dissertação, com o objetivo de equalizar as informações e as nomenclaturas técnicas dos sistemas a serem inspecionados, bem como dirimir possíveis dúvidas;

Para aplicação do método Ross-Heidecke modificado combinado ao método de Fatores, foi proposta a Tabela 16 com nível de qualidade dos fatores que influenciam a vida útil dos sistemas. Por hipótese, os fatores mais desfavoráveis referem-se à manutenção e ambiente exterior, todos os demais foram considerados regulares.

Tabela 16 – Qualificação dos Fatores para os imóveis inspecionados  
Fonte: Arquivo Pessoal

FATOR	Nível de Qualidade
(A) qualidade dos materiais;	1,0
(B) qualidade do projeto;	1,0
(C) qualidade de execução;	1,0
(D) qualidade do ambiente interior;	1,0
(E) qualidade do ambiente exterior;	0,8
(F) características de uso;	1,0
(G) nível de manutenção;	0,8

Após o cálculo dos valores do coeficiente de depreciação global ( $K_G$ ) de cada amostra, será feita a análise estatística com o cálculo do desvio padrão, variância e nível de confiança do modelo adotado.

Somente após estas análises estatísticas é que será possível verificar a dispersão ocasionada pela variável qualitativa, no cálculo do coeficiente de depreciação global ( $K_G$ ), proposto pelo método de Ross-Heidecke.

### 3.5 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ROSS-HIEDECKE MODIFICADO

Seguindo os estudos de Pimenta (2011), os técnicos devem analisar o coeficiente de conservação ( $C_i$ ) isolado para cada sistema da edificação.

O dado de campo utilizado, será a qualificação do estado de conservação do sistema ( $C_i$ ). Os indícios de deterioração dos sistemas foram utilizados como referência sugestiva.

Os trinta e seis dados estão separados em dois grupos, sendo o Grupo 1 representado pelas amostras de tipologia Casas de Alvenaria, imóveis de um pavimento com área até 300 m<sup>2</sup>. O Grupo 2 contém edificações maiores, com área superior a 300 m<sup>2</sup>, com múltiplos pavimentos e tipologias diversas como Banco, Edifício de Escritórios e Galpões. Todos os detalhes das amostras e critérios para decisão da tipologia adotada para os imóveis podem verificados no Apêndice II.

Após a organização dos dados de campo, será aplicada a Equação (11) para computar o coeficiente de depreciação global ( $K_G$ ) de cada imóvel. Os imóveis comerciais fornecidos como amostra estão apresentados na

Tabela 17.

Tabela 17 – Tipo de imóveis encontrados com tipologia definida pelo *Bureau of Internal Revenue*  
Fonte: Arquivo dos Correios, ano 2015

GRUPO	AMOSTRA	TIPOLOGIA	ÁREA (M <sup>2</sup> )	CONSTRUÇÃO
1	IMÓVEL 1	CASAS DE ALVENARIA	222,75	20/03/69
	IMÓVEL 2	CASAS DE ALVENARIA	222,75	20/03/69
	IMÓVEL 3	CASAS DE ALVENARIA	190,0	30/09/81
2	IMÓVEL 4	BANCOS	4832,13	20/06/74
	IMÓVEL 5	EDIF ESCRITÓRIOS	3587,5	20/03/69
	IMÓVEL 6	GALPÕES (DEPÓSITOS)	2078,7	04/09/74

A grande maioria dos imóveis da carteira imobiliária dos Correios está centralizada em agências postais de pequeno porte e distribuídas em todas as regiões do Brasil, este é o motivo de fornecerem mais dados do Grupo 1. Já o Grupo 2 representa centrais administrativas, carga e logística onde são triados os documentos e redirecionados para outras regiões do país.

A Tabela 18 apresenta a variável estrutura de custo (Ei), disponibilizada pela Empresa Brasileira de Correios, baseada nos parâmetros construtivos acumulados nos 2.443 imóveis próprios em mais de 100 anos de atuação no mercado brasileiro. Todos os imóveis possuem padronização de acordo com sua função dentro da empresa.

Tabela 18 – Estrutura de Custo (Ei) correspondentes ao custo dos sistemas de acordo com a tipologia de edificação

Fonte: Arquivo dos Correios (2015)

SISTEMAS	GALPÕES (DEPÓSITOS)	BANCOS	EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS	CASAS DE ALVENARIA
<sup>51</sup> . ESTRUTURA <sup>6</sup>	35,20%	23,00%	27,00%	25,00%
2. ALVENARIA	5,86%	6,30%	5,00%	7,00%
3. REVESTIMENTO	1,89%	7,30%	9,00%	12,00%
4. PINTURA	0,16%	7,30%	10,00%	8,00%
5. PISO	5,12%	8,90%	6,00%	10,00%
6. COBERTURA	13,58%	9,30%	8,00%	9,00%
7. FORRO	0,61%	5,30%	6,00%	8,00%
8. ESQUADRIAS	3,01%	7,30%	9,00%	4,00%
9. INST. HID.	4,20%	8,30%	5,00%	7,00%
10. INST. ELÉTRICAS	18,37%	7,00%	7,00%	8,00%
11. AR COND	12,00%	10,00%	8,00%	2,00%

Todos os sistemas de alvenaria, revestimento, pintura, forro de cobertura e esquadrias e áreas climatizadas seguem os padrões de materiais, qualidade e uso estabelecidos em manual interno da empresa.

Os imóveis foram vistoriados durante o período de abril a maio de 2018 e os dados coletados com relação ao estado de conservação serão apresentados para cada tipologia.

<sup>6</sup> Não estão inclusos os custos de fundação.

### 3.5.1.1 CÁLCULO DO $K_G$ – GRUPO 1

São três amostras com esta tipologia. Trata-se de edificações destinadas ao comércio de produtos postais na região de bairro, área mista urbana e residencial, edificações de pavimento único, sendo os imóveis 1 e 2 idênticos, demonstrando os padrões que regem a empresa.

Os dois primeiros imóveis da amostra foram construídos na mesma fase de expansão do serviço postal, na década de 70, com características da arquitetura modernista, conforme pode ser visto na Figura 33.



Figura 33 – Imóvel comercial 1 e 2 – fachadas  
Fonte: Arquivo pessoal

O Imóvel 3, construído em na década de 80, manteve a mesma planta baixa para atender atividade comercial, mas as fachadas foram modificadas, reduzindo a área envidraçada. Percebe-se que até o artifício das platibandas e telhados foram mantidos.



Figura 34 – Imóvel comercial 3 – fachadas  
Fonte: Arquivo pessoal

Verificando os registros de manutenção, obtêm-se as informações de que os três imóveis possuem reparos pontuais, com restabelecimento parcial da vida útil dos sistemas. A última grande intervenção ocorreu no biênio 2014 e 2015, com troca de pintura e reforma das esquadrias.

Os dados referentes ao estado de conservação ( $C_i$ ), registros de reforma, e variáveis como vida útil dos sistemas ( $n_i$ ), idade efetiva do sistema ( $U_i$ ) e Estrutura de Custo ( $E_i$ ) dos imóveis 1 a 3 podem ser vistos na Tabela 19.

Tabela 19 –Dados cadastrais dos Imóveis 1, 2 e 3  
Fonte: Arquivo pessoal

<b>IMÓVEL 1 – CASAS DE ALVENARIA</b>											
SISTEMAS	COEF. CONSERVAÇÃO (C)						Reforma	$n_i$ (ANOS)	$U_i$ (ANOS)	$U_i / n_i$ (%)	$E_i$ (%)
	Insp_01	Insp_02	Insp_03	Insp_04	Insp_05	Insp_06					
01. ESTRUTURA	18,10	52,60	52,60	2,52	2,52	33,20	-	75	49	65,00	25,00
02. ALVENARIA	18,10	52,60	33,20	2,52	33,20	18,10	-	60	49	81,00	7,00
03. REVESTIMENTO	18,10	33,20	8,09	2,52	33,20	8,09	2014	20	4	20,00	12,00
04. PINTURA	18,10	33,20	0,32	2,52	2,52	8,09	-	12	49	100,00	8,00
05. PISO	8,09	52,60	8,09	2,52	18,10	8,09	-	20	49	100,00	10,00
06. COBERTURA	33,20	52,60	33,20	2,52	33,20	52,60	-	30	49	100,00	9,00
07. FORRO	8,09	8,09	8,09	2,52	2,52	2,52	2015	30	3	10,00	8,00
08. ESQUADRIAS	2,52	18,10	8,09	2,52	2,52	2,52	-	30	49	100,00	4,00
09. INST. HID	52,60	52,60	18,10	52,60	33,20	52,60	-	30	49	100,00	7,00
10. INST. ELÉTRICAS	33,20	52,60	8,09	0,32	52,60	52,60	1997	30	21	70,00	8,00
11. AR CONDICIONADO	18,10	18,10	2,52	52,60	8,09	33,20	1997	20	21	100,00	2,00

<b>IMÓVEL 2 – CASAS DE ALVENARIA</b>											
SISTEMAS	COEF. CONSERVAÇÃO (C)						Reforma	$n_i$ (ANOS)	$U_i$ (ANOS)	$U_i / n_i$ (%)	$E_i$ (%)
	Insp_01	Insp_02	Insp_03	Insp_04	Insp_05	Insp_06					
01. ESTRUTURA	2,52	18,10	33,20	2,52	2,52	0,32	-	75	49	65,00	25,00
02. ALVENARIA	2,52	8,09	8,09	2,52	2,52	0,32	-	60	49	81,00	7,00
03. REVESTIMENTO	2,52	8,09	8,09	2,52	2,52	2,52	2014	20	4	20,00	12,00
04. PINTURA	0,32	8,09	0,32	2,52	2,52	0,32	-	12	49	100,00	8,00
05. PISO	0,32	33,20	18,10	2,52	18,10	8,09	-	20	49	100,00	10,00
06. COBERTURA	2,52	33,20	33,20	2,52	33,20	0,32	-	30	49	100,00	9,00
07. FORRO	0,32	8,09	8,09	2,52	2,52	0,32	2015	30	3	10,00	8,00
08. ESQUADRIAS	2,52	18,10	8,09	2,52	8,09	8,09	-	30	49	100,00	4,00
09. INST. HID	2,52	33,20	8,09	52,60	2,52	0,32	-	30	49	100,00	7,00
10. INST. ELÉTRICAS	0,32	18,10	8,09	0,32	52,60	0,32	1997	30	21	70,00	8,00
11. AR CONDICIONADO	18,10	33,20	2,52	52,60	33,20	33,20	1997	20	21	100,00	2,00

<b>IMÓVEL 3 – CASAS DE ALVENARIA</b>											
SISTEMAS	COEF. CONSERVAÇÃO (C)						Reforma	$n_i$ (ANOS)	$U_i$ (ANOS)	$U_i / n_i$ (%)	$E_i$ (%)
	Insp_01	Insp_02	Insp_03	Insp_04	Insp_05	Insp_06					
01. ESTRUTURA	0,00	8,09	8,09	2,52	2,52	8,09	-	75	37	49,00	25,00
02. ALVENARIA	8,09	18,10	2,52	2,52	33,20	8,09	-	60	37	61,00	7,00
03. REVESTIMENTO	18,10	18,10	2,52	52,60	8,09	8,09	2014	20	4	20,00	12,00
04. PINTURA	18,10	18,10	0,32	18,10	8,09	8,09	-	12	37	100,00	8,00
05. PISO	33,20	18,10	18,10	18,10	8,09	18,10	-	20	37	100,00	10,00
06. COBERTURA	18,10	18,10	8,09	33,20	2,52	8,09	-	30	37	100,00	9,00
07. FORRO	18,10	8,09	2,52	8,09	2,52	2,52	2015	30	3	10,00	8,00
08. ESQUADRIAS	52,60	33,20	8,09	33,20	33,20	33,20	-	30	37	100,00	4,00

09. INST. HID	18,10	33,20	18,10	18,10	33,20	8,09	-	30	37	100,00	7,00
10. INST. ELÉTRICAS	8,09	18,10	33,20	8,09	75,20	52,60	1997	30	21	70,00	8,00
11. AR CONDICIONADO	52,60	8,09	2,52	52,60	52,60	75,20	1997	20	21	100,00	2,00

Como era expectado, os valores da variável estado de conservação ( $C_i$ ) variaram entre os técnicos, característica da subjetividade citada por Pereira (2013). No Imóvel 1, a maior variação ocorreu no sistema Instalações Elétricas, com menor qualificação 0,32% e maior qualificação 52,60%, uma diferença na ordem de 164,38%.

O Imóvel 2, apesar de todas as características construtivas idênticas ao Imóvel 1, apresentou a maior variação do coeficiente de conservação ( $C_i$ ) em dois sistemas. Tanto o sistema Elétrico como o Hidrossanitário apresentaram a menor qualificação 0,32% e maior qualificação 52,60%, mesma diferença na ordem de 164,38%.

O Imóvel 3, uma construção mais recente, com 37 anos de utilização, apresentou maior variação no estado de conservação no sistema Ar Condicionado, sendo o menor valor qualificado em 2,52% e o maior 75,20%, diferença de 29,84%.

A Tabela 20 apresenta os valores obtidos para o coeficiente de depreciação global ( $K_G$ ), aplicando o método de Ross Heidecke modificado aos três imóveis.

Tabela 20 – Coeficiente de depreciação global ( $K_G$ ) dos imóveis 1 a 3  
Fonte: Arquivo pessoal

$K_G$ (%)	Insp_01	Insp_02	Insp_03	Insp_04	Insp_05	Insp_06
Imóvel 1	71,21	78,08	73,62	65,98	71,49	72,11
Imóvel 2	65,82	69,48	70,91	65,98	67,68	65,52
Imóvel 3	63,03	64,24	62,11	66,12	64,27	63,53

Percebe-se que os valores de  $K_G$  não apresentaram as variações encontradas na qualificação do estado de conservação  $C_i$  dos sistemas. A maior discrepância no cálculo do coeficiente de depreciação global ocorreu no imóvel 1, no qual o valor mínimo da depreciação calculado de 65,98% e o máximo atingiu 78,08%, uma diferença de 15,49%.

Verifica-se também o fato de que os imóveis 01 e 02 são exatamente iguais, inclusive quanto à época de ocupação e condições de uso. A única



diferença plausível entre estas duas amostras refere-se a sua localização, pois estão instalados em quadras diferentes e distantes.

Mesmo com todas as semelhanças, a maioria dos técnicos apresenta maior depreciação global do Imóvel 1, aderindo ao conceito apresentado por Pereira (2013), segundo o qual fatores como qualidade do ambiente externo afetam a vida útil dos sistemas. O Imóvel 3, possui o menor  $K_G$  pois foi construído praticamente 10 anos após os imóveis 01 e 02.

O gráfico da Figura 35 apresenta o valor do coeficiente de depreciação global ( $K_G$ ) calculado, segundo o estado de conservação (Ci) cadastrado durante a inspeção.

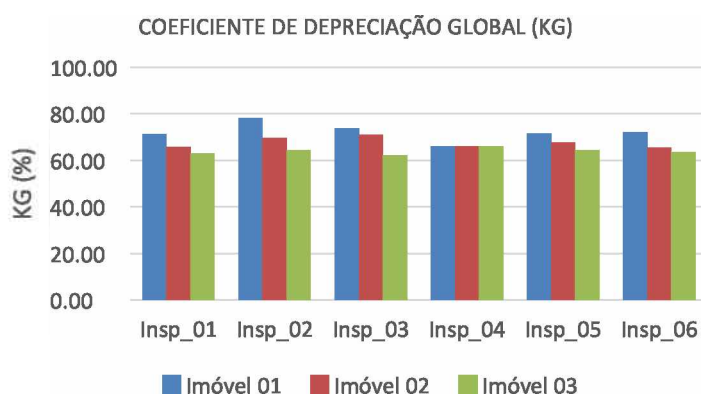


Figura 35 – Grupo 1 - Coeficiente de depreciação global  $K_G$

Fonte: Arquivo Pessoal

Pelo gráfico, é possível estabelecer que o imóvel 1 está mais depreciado que o Imóvel 3, validando a utilização do método de Ross Heidecke, modificado como procedimento para escalonar as ações de manutenção e planejamento das equipes.

Outro ponto da análise da Figura 35 refere-se ao fato de que um dos inspetores não demonstrou diferenças significativas entre o estado de conservação dos três imóveis, gerando depreciação equânime. O tratamento estatístico deve apresentar uma posição sobre esta amostra : se deverá ser considerada confiável ou *outlier*.

A análise estatística está apresentada na Tabela 21, com indicadores do desvio, variância nível de confiança.

Tabela 21 – Análise estatística para o cálculo do  $K_G$  pelo método de Ross-Heidecke modificado

Fonte: Arquivo pessoal

	Média	Mediana	Desvio-padrão	Variância da amostra	Mínimo	Máximo	Contagem	Nível de confiança (95,0%)
Imóvel	72,08	71,80	3,92	15,33	65,98	78,08	6,00	0,10

1								
Imóvel								
2	67,56	66,83	2,22	4,91	65,52	70,91	6,00	0,06
Imóvel								
3	63,88	63,88	1,36	1,86	62,11	66,12	6,00	0,03

Verifica-se que o maior desvio padrão de 3,92 representa distribuição normal e pouca dispersão nos dados, assegurando que o dado referente ao inspetor 04, pode ser utilizado, sem danos ao modelo estatístico.

A variância entre os técnicos atingiu o valor de 15,33, mesmo assim é possível aferir que os dados estão agrupados. O nível de confiança do modelo no valor de 10,0% informa a parcela da população que não está pode ser representada pelo campo amostral, ou seja, a margem de erro da amostra.

Conforme Radegaz (2013) resultados com nível de confiança de 0,05, ou seja probabilidade de erro de 5,00%, são considerados estatisticamente relevantes.

### 3.5.1.2 CÁLCULO DO $K_G$ – GRUPO 2

Os imóveis do Grupo 2 possuem área construída maiores, com mais de um pavimento. *A priori*, deveria ser efetuada inspeção nível 2, segundo norma do IBAPE (2012). Como o contexto do estudo é determinar a dispersão do coeficiente de depreciação global ( $K_G$ ) a partir do método de Ross Heidecke modificado, entende-se que a presença de especialidades distintas pode fornecer maior precisão aos dados, mas as dispersões entre as equipes seriam mantidas.

Por este motivo, os dados coletados nos imóveis do Grupo 2 servirão como comparativo na aplicação da metodologia proposta, não como decisão efetiva da depreciação global do patrimônio.

Na Figura 36, estão presentes imóveis categorizados como Banco, Edifício de Escritórios e Galpão e representam o Grupo 2.



Figura 36 – Grupo 2 – Banco, Edifício de Escritórios e Galpão

Fonte: Arquivo pessoal

Os dados referentes ao estado de conservação ( $C_i$ ), registros de reforma, e variáveis como vida útil dos sistemas ( $n_i$ ), idade efetiva do sistema ( $U_i$ ) e Estrutura de Custo ( $E_i$ ) do imóvel 4 podem ser vistos na Tabela 22.

Tabela 22 –Dados cadastrais dos Imóvel 4, 5 e 6

Fonte: Arquivo pessoal

IMÓVEL 4 – BANCOS											
SISTEMAS	COEF. CONSERVAÇÃO ( $C_i$ )						Reforma	$n_i$ (ANOS)	$U_i$ (ANOS)	$U_i / n_i$ (%)	$E_i$ (%)
	Insp_01	Insp_02	Insp_03	Insp_04	Insp_05	Insp_06					
01. ESTRUTURA	18,10	18,10	33,20	52,60	33,20	8,09	-	75	44	58	23,00
02. ALVENARIA	2,52	18,10	8,09	2,52	2,52	8,09	-	60	44	73	6,30
03. REVESTIMENTO	8,09	33,20	8,09	2,52	33,20	18,10	-	20	44	100	7,30
04. PINTURA	8,09	33,20	8,09	2,52	18,10	18,10	-	12	44	100	7,30
05. PISO	18,10	33,20	18,10	52,60	2,52	18,10	-	20	44	100	8,90
06. COBERTURA	33,20	18,10	33,20	33,20	33,20	33,20	2015	30	3	10	9,30
07. FORRO	8,09	18,10	2,52	2,52	18,10	8,09	-	30	44	100	5,30
08. ESQUADRIAS	18,10	18,10	18,10	2,52	52,60	8,09	-	30	44	100	7,30
09. INST. HID	8,09	52,60	8,09	2,52	18,10	2,52	2015	30	3	10	8,30
10. INST. ELÉTRICAS	8,09	33,20	52,60	2,52	33,20	8,09	1997	30	21	70	7,00
11. AR CONDICIONADO	8,09	52,60	33,20	2,52	33,20	2,52	1997	20	21	100	10,00

Tabela 22 –Dados cadastrais dos Imóvel 4, 5 e 6 (Continuação)

Fonte: Arquivo pessoal

IMÓVEL 5 – EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS											
SISTEMAS	COEF. CONSERVAÇÃO ( $C_i$ )						Reforma	$n_i$ (ANOS)	$U_i$ (ANOS)	$U_i / n_i$ (%)	$E_i$ (%)
	Insp_01	Insp_02	Insp_03	Insp_04	Insp_05	Insp_06					
01. ESTRUTURA	33,20	18,10	2,52	0,32	2,52	8,09	-	75	49	65	27,00
02. ALVENARIA	33,20	52,60	2,52	2,52	18,10	8,09	2013	60	5	8	5,00
03. REVESTIMENTO	52,60	75,20	18,10	18,10	52,60	18,10	-	20	49	100	9,00
04. PINTURA	33,20	75,20	18,10	52,60	52,60	18,10	-	12	49	100	10,00
05. PISO	33,20	52,60	33,20	75,20	2,52	33,20	-	20	49	100	6,00

06. COBERTURA	52,60	52,60	8,09	18,10	75,20	18,10	-	30	49	100	8,00
07. FORRO	18,10	52,60	8,09	33,20	18,10	8,09	-	30	49	100	6,00
08. ESQUADRIAS	33,20	52,60	18,10	33,20	75,20	8,09	-	30	49	100	9,00
09. INST. HID	75,20	75,20	52,60	75,20	75,20	18,10	-	30	49	100	5,00
10. INST. ELÉTRICAS	52,60	52,60	52,60	33,20	75,20	33,20	2013	30	5	16	7,00
11. AR CONDICIONADO	52,60	52,60	52,60	75,20	2,52	33,20	1997	20	21	100	8,00

IMÓVEL 6 – GALPÕES											
SISTEMAS	COEF. CONSERVAÇÃO (C <sub>i</sub> )						Reforma	n <sub>i</sub> (ANOS)	U <sub>i</sub> (ANOS)	UI / n <sub>i</sub> (%)	E <sub>i</sub> (%)
	Insp_01	Insp_02	Insp_03	Insp_04	Insp_05	Insp_06					
01. ESTRUTURA	8,09	8,09	0,00	0,32	52,60	0,32	-	75	44	58	35,20
02. ALVENARIA	8,09	8,09	0,00	0,32	2,52	0,32	-	60	44	73	5,86
03. REVESTIMENTO	18,10	8,09	0,32	0,32	52,60	0,32	2012	20	6	30	1,89
04. PINTURA	8,09	18,10	2,52	0,32	8,09	0,32	2012	12	6	50	0,16
05. PISO	52,60	18,10	0,32	0,32	2,52	2,52	2012	20	6	30	5,12
06. COBERTURA	8,09	18,10	0,32	2,52	2,52	2,52	2012	30	6	20	13,58
07. FORRO	2,52	18,10	0,00	0,32	2,52	0,32	2012	30	6	20	0,61
08. ESQUADRIAS	8,09	8,09	0,32	0,32	2,52	0,32	2012	30	6	20	3,01
09. INST. HID	8,09	33,20	8,09	18,10	33,20	8,09	2012	30	6	20	4,20
10. INST. ELÉTRICAS	8,09	18,10	0,00	0,32	2,52	0,32	2012	30	6	20	18,37
11. AR CONDICIONADO	52,60	18,10	0,00	0,32	33,20	0,32	2012	20	6	30	12,00

Neste Grupo, percebe-se quão subjetiva é a qualificação do estado de conservação. Os sistemas Piso e Ar Condicionado do Imóvel 5, foram avaliados em extremos como 2,52 % e 75, 20%, ou seja, uma diferença de 298%.

A Tabela 20 apresenta os valores obtidos para o coeficiente de depreciação global (K<sub>G</sub>), aplicando o método de Ross Heidecke modificado aos três imóveis.

Tabela 23 – Coeficiente de depreciação global (K<sub>G</sub>) dos imóveis 4 a 6  
Fonte: Arquivo pessoal

K <sub>G</sub> (%)	Insp_01	Insp_02	Insp_03	Insp_04	Insp_05	Insp_06
Imóvel 4	71,85	75,08	75,12	75,55	75,22	70,29
Imóvel 5	85,43	84,47	80,12	78,61	82,30	79,85
Imóvel 6	38,58	38,93	28,59	29,38	43,98	28,94

Os valores de K<sub>G</sub> não apresentaram as variações tão dispersivas como ocorreu na qualificação dos sistemas. Novamente, percebe-se que a multiplicação da depreciação do sistema (k<sub>i</sub>) pelo respectivo custo em porcentagem (E<sub>i</sub>), retirado da estrutura de custo, homogeneiza os valores finais da depreciação global K<sub>G</sub>.

A maior discrepância no cálculo do coeficiente de depreciação global ocorreu no Imóvel 6. Segundo os dados calculados a partir das inspeções, a depreciação global está entre 28,59% e 43,98%, uma diferença de 15,38%.

A grande reforma ocorrida em 2012, fez com que o Imóvel 6 obtivesse a menor depreciação global quando comparado com os outros dois imóveis do grupo, demonstrando a capacidade do método de Ross-Heidecke modificado na aplicação de ações de planejamento de obras e investimentos em manutenção.

O gráfico da Figura 37 apresenta o valor do coeficiente de depreciação global ( $K_G$ ) calculado, segundo o estado de conservação ( $C_i$ ) cadastrado durante a inspeção.

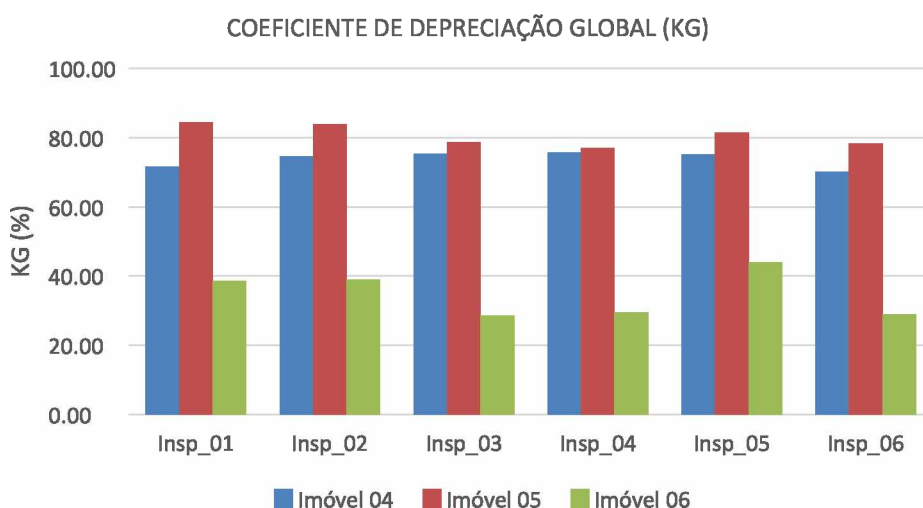


Figura 37 – Grupo 2 - Coeficiente de depreciação global  $K_G$

Fonte: Arquivo Pessoal

Utilizando as ferramentas da estatística descritiva, obtêm-se os valores apresentados na Tabela 24 com indicadores do desvio, variância nível de confiança.

Tabela 24 – Análise estatística para o cálculo do  $K_G$  pelo método de Ross-Heidecke modificado

Fonte: Arquivo pessoal

	Média	Mediana	Desvio-padrão	Variância da amostra	Mínimo	Máximo	Contagem	Nível de confiança (95,0%)
Imóvel 4	73,85	75,10	2,22	0,05	70,29	75,55	6,00	0,06
Imóvel 5	81,80	81,21	2,32	0,07	78,61	85,43	6,00	0,06
Imóvel 6	35,31	34,43	7,26	0,48	28,73	44,59	6,00	0,19

Verifica-se que o maior desvio padrão de 7,26 representa a forte diferença no coeficiente de depreciação global encontrado nas amostras. Mesmo assim, estatisticamente, a distribuição ainda pode ser considerada normal e pouca dispersão nos dados.

A variância entre os técnicos atingiu o valor de 0,48 no imóvel, indicando que os dados estão abertos, apesar de manter-se a distribuição normal. Este

indicador apresenta um sinal de alerta e acredita-se que o motivo é a complexidade dos imóveis. Para validar o modelo, seria necessário repetir estas inspeções passando o nível para 2, com a participação de mais de um inspetor técnico, de especialidades diferentes, como recomendado pela norma de Inspeção Predial do IBAPE (2012).

Apesar de o nível de confiança dos modelos apresentar valores de 6,0%, 6,0% e 19,0% ainda considerados estatisticamente relevantes, seria importante validar a utilização do método de Ross Heidecke modificado somente após outras pesquisas alterando o nível de inspeção.

### **3.6 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ROSS-HIEDECKE MODIFICADO COMBINADO AO MÉTODO DOS FATORES**

Neste estudo, será aplicado o método de Ross-Heidecke modificado, combinado com o método dos Fatores somente no Grupo 1, mais homogêneo: além de possuírem a mesma tipologia, as análises estatísticas apresentaram menor variância.

São dezoito dados distribuídos nos três imóveis de tipologia Casas de Alvenaria. Para verificar a influência do Fator nível de manutenção (G) e Fator ambiente exterior (E) no cálculo do coeficiente de depreciação global, foram propostas quatro combinações, utilizando a qualificação proposta do Pereira (2013):

- a) Combinação 1 – Fator relativo a nível de manutenção 0,8 e Fator relativo ambiente exterior 1,2. Representa um imóvel sem manutenção instalado em um local com ambiente exterior excelente;
- b) Combinação 2 – Fator relativo a nível de manutenção 1,2 e Fator relativo ambiente exterior 1,2. Representa um imóvel com manutenção excelente instalado em um local com ambiente exterior excelente;
- c) Combinação 3 - Fator relativo a nível de manutenção 0,8 e Fator relativo ambiente exterior 0,8. Extremo oposto do Caso 2, representando um imóvel sem manutenção instalado em um ambiente exterior muito ruim;

- d) Combinação 4 - Fator relativo a nível de manutenção 1,2 e Fator relativo ambiente exterior 0,8. Representa um imóvel com manutenção excelente instalado em um ambiente externo muito ruim;

Por se tratar de imóveis comerciais institucionais padronizados, os fatores que não tiverem alteração foram considerados com valor 1,0. Este será aplicado aos fatores referentes a: qualidade do material (A), qualidade do projeto (B), qualidade de execução (C), ambiente interior (D) e característica de uso (E).

A aplicação do Método dos Fatores estabelece que seja utilizado o produto dos fatores, representado pelo coeficiente ( $f$ ) na Tabela 25.

Tabela 25 – Produto dos fatores ( $f$ ), variando os Fatores Ambiente Exterior e Nível de Manutenção para imóveis do Grupo 1  
Fonte: Arquivo Pessoal

FATORES	COMBINAÇÃO			
	1	2	3	4
(A) Qualidade dos materiais;	1	1	1	1
(B) Qualidade do projeto;	1	1	1	1
(C) Qualidade de execução;	1	1	1	1
(D) Qualidade do ambiente interior;	1	1	1	1
(E) Qualidade do ambiente exterior;	1,2	1,2	0,8	0,8
(F) Características de uso;	1	1	1	1
(G) Nível de manutenção;	0,8	1,2	0,8	1,2
<b><math>f = A*B*C*D*E*F*G</math></b>	<b>0,96</b>	<b>1,44</b>	<b>0,64</b>	<b>0,96</b>

Todos os estados de conservação ( $C_i$ ) e Estrutura de Custo ( $E_i$ ) foram mantidos, conforme apresentados no item 0. A vida útil total prevista (VUE) calculada a partir da vida útil de referência (VUR) pode ser verificada na Tabela 26.

Tabela 26 – Vida útil prevista – Método dos Fatores – Imóveis do Grupo 1  
Fonte: Arquivo pessoal

SISTEMAS	VUR (ANOS)	VUE (ANOS)			
		Comb. 1	Comb. 2	Comb. 3	Comb. 4
		0,96	1,44	0,64	0,96
01. ESTRUTURA	75	72	108	48	72
02. ALVENARIA	60	58	86	38	58
03. REVESTIMENTO	20	19	29	13	19
04. PINTURA	12	12	17	8	12

05. PISO	20	19	29	13	19
06. COBERTURA	30	29	43	19	29
07. FORRO	30	29	43	19	29
08. ESQUADRIAS	30	29	43	19	29
09. INST. HIDROSSANITÁRIAS	30	29	43	19	29
10. INST. ELÉTRICAS	30	29	43	19	29
11. AR CONDICIONADO	20	19	29	13	19

Verifica-se que os valores da Combinação 1 e 4 são numericamente iguais, indicando um que imóvel de manutenção excelente, mas instalado em um local com ambiente exterior muito ruim é equivalente ao imóvel sem manutenção, mas instalado em um local com ambiente muito ruim.

Outro dado importante é que na prática os imóveis 1 e 2 são idênticos, mudando somente o bairro onde estão edificadas, como já demonstrado no Apêndice II. Os dados históricos do nível de manutenção também se demonstraram equânimes.

Mesmo com todas estas semelhanças, verificou-se na Tabela 21 que o coeficiente de depreciação global médio do imóvel 2 ( $K_G$ ) é 67,56%, enquanto no Imóvel 1 o coeficiente de depreciação apresentou o valor de 72,08%, a diferença de 6,69%. A sugestão mais provável para esta diferença, ocorre em função de o fator qualidade do ambiente exterior (E) afetar mais o imóvel 1 que o imóvel 2.

Segundo os dados de Pereira (2013), o fator ambiente externo máximo deveria ser 1,2, inferior ao encontrado nas amostras deste estudo.

Outro dado relevante que se pode observar na Tabela 26 é a diferença na vida útil dos sistemas entre a Combinação 2 e 3. O imóvel sem manutenção, em um ambiente externo desfavorável pode prever a vida útil estrutural, por exemplo, de 48 anos.

Se o mesmo imóvel estiver em condições de manutenção excelente e um ambiente externo favorável, a vida útil do sistema estrutural pode esperar 108 anos, segundo os fatores propostos por Pereira (2013). Porcentagem de 225% maior, uma diferença significativa para o sistema.

Os valores calculados para o coeficiente de depreciação ( $K_G$ ), utilizando as equações propostas em Pimenta (2013), pode ser visto na Tabela 27.

Tabela 27 – Valor de  $K_G$  – método de Ross Heidecke modificado, combinando o método dos Fatores –

Imóveis do Grupo 1

Fonte: Arquivo pessoal

COMB	IMOVEL 01	$K_G$
------	-----------	-------



	Insp_1	Insp_2	Insp_3	Insp_4	Insp_5	Insp_6	Médio (%)
1	72,36	78,76	74,47	67,39	72,68	73,09	73,13
2	62,68	72,53	66,56	55,85	62,82	64,80	64,21
3	85,45	86,89	84,49	83,55	86,49	84,08	85,16
4	72,36	78,76	74,47	67,39	72,68	73,09	73,13

COMB	IMÓVEL 02						K <sub>G</sub> Médio (%)
	Insp_1	Insp_2	Insp_3	Insp_4	Insp_5	Insp_6	
1	67,23	70,70	72,01	67,39	68,98	66,96	68,88
2	55,41	60,51	62,30	55,85	58,40	55,07	57,92
3	83,39	84,49	84,49	83,55	83,55	83,39	83,81
4	67,23	70,70	72,01	67,39	68,98	66,96	68,88

Tabela 17 – Valor de K<sub>G</sub> – método de Ross Heidecke modificado, combinando o método dos Fatores – Imóveis do Grupo 1 (continuação)

Fonte: Arquivo pessoal

COMB	IMÓVEL 03						K <sub>G</sub> Médio (%)
	Insp_1	Insp_2	Insp_3	Insp_4	Insp_5	Insp_6	
1	63,93	65,05	62,93	67,02	64,96	64,29	64,70
2	52,42	53,94	51,11	55,82	55,04	53,62	53,66
3	77,84	77,79	75,83	80,58	76,04	76,38	77,41
4	63,93	65,05	62,93	67,02	64,96	64,29	64,70

As Combinações 1 e 4 refletiram a igualdade nos valores calculados, em todos os três imóveis do grupo, ocorrência que demonstra maior necessidade de pesquisadores analisarem as quantificações dos fatores, conforme já informado.

Os valores do coeficiente global médio nas combinações 2 e 3 variaram em cada imóvel amostral. No Imóvel 2, esta diferença é de 25,89%, quando se compara com o valor mínimo de 57,92% e o máximo de 83,81%.

A Tabela 28 concatena os valores do coeficiente de depreciação global médio (K<sub>GM</sub>) calculado pelo método proposto por Pimenta (2011) e as quadro combinações propostas quando aplica-se o método proposto por Pereira (2013).

Tabela 28 – Valor de K<sub>GM</sub> – Coeficiente de Depreciação Global médio – Comparativo dos métodos Propostos por Pimenta (2011) e Pereira (2013)

Fonte: Arquivo pessoal

K <sub>GM</sub> (%)	K <sub>GM</sub> (%)
---------------------	---------------------

	Pimenta (2011)	Pereira (2013)			
		COMB 1	COMB 2	COMB 3	COMB 4
IMOVEL 01	72,08	72,89	63,81	84,97	72,89
IMOVEL 02	67,56	68,19	57,12	83,55	68,19
IMOVEL 03	63,88	64,63	53,78	77,09	64,63

Verifica-se que as combinações 1 e 4 são praticamente iguais, apesar da hipótese propor situações antagônicas quanto ao fator ambiente externo, conforme já apresentado na Tabela 28.

A Figura 38 apresenta os gráficos comparativos de  $K_{GM}$  com os pontos limítrofes calculados na aplicação do método e respectivas combinações propostas.

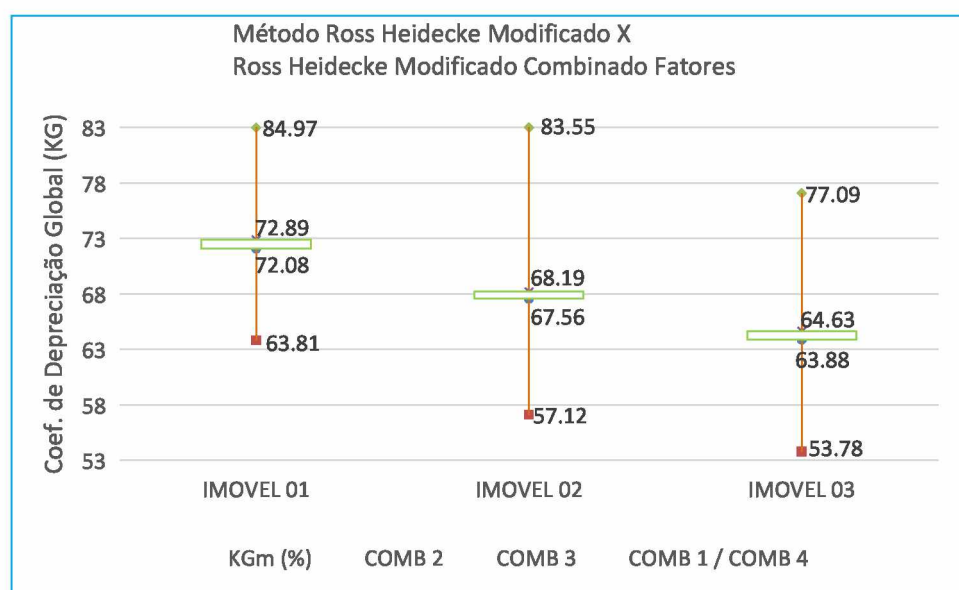


Figura 38 – Coeficiente de depreciação global  
Método Ross Heidecke Modificado Combinado com Fatores

Fonte: Arquivo Pessoal

No gráfico da Figura 38, percebe-se contribuição dos estudos de Pereira (2013), apresentando a importância dos fatores para previsão de depreciação de um imóvel. Variando dois dos fatores, verifica-se extremos como os indicados na Combinação 2 e 3, indicando depreciações máximas em 84,97%, 83,55% e 77,09%.

As depreciações mínimas, no caso de manter-se o nível de manutenção excelente em um ambiente externo excelente, para o mesmo período de tempo, a depreciação esperada é de 63,81%, 57,12% e 53,78% para os imóveis 1, 2 e 3 respectivamente. A variação total entre o mínimo e o máximo da depreciação

encontrada é de 21,16% para o imóvel 1, 26,43% para o imóvel 2 e 23,31% no imóvel 3.

Dadas as amostras 1 e 2 e todas as equivalências nos fatores já demonstrados, ratifica-se que o fator ambiente exterior ainda necessita de maior atenção e pesquisas a fim de calibrar valores, diferentes dos aprestados por Pereira (2013).

É importante salientar que isso não invalida o estudo de Pereira (2013), pois o gráfico da Figura 38 demonstra que realmente o método apresenta credibilidade, necessitando de aprofundamento na qualificação e quantificação dos fatores.

Das análises efetuadas neste capítulo, pode-se concluir que o método de Ross Heidecke modificado por Pereira (2011) apresenta-se confiável, sendo que o fator subjetivo da variável estado de conservação do sistema ( $C_i$ ) não altera significativamente o valor final da depreciação global do imóvel ( $K_G$ ). Quanto ao método de Ross Heidecke modificado combinado com Fatores, proposto por Pereira (2013), este indicou necessidade de ajustes no Fator ambiente externo conforme amostras utilizadas nesta dissertação.

No capítulo 4 serão apresentadas as diretrizes elaboradas a partir simulações de investimento em conservação, utilizando o valor do coeficiente de depreciação global ( $K_G$ ).

## 4 DIRETRIZES PARA CONSERVAÇÃO PATRIMONIAL A PARTIR DA AVALIAÇÃO DA DEPRECIÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

### 4.1 INTRODUÇÃO

A aplicação de capital em imóveis comerciais só apresenta retorno esperado quando a o valor da locação suprir a manutenção e regressar lucros, sem depreciar a edificação. Durante todo este trabalho foram apresentados estudos técnicos, normas e variáveis que afetam a depreciação de ambientes construídos.

Baseado nestas premissas, para a análise numérica serão utilizados os dados do imóvel 1 pois apresentou maior coeficiente de depreciação global do grupo 1. Na composição dos cenários de investimentos, será utilizada a avaliação do inspetor 2, que apresentou os estados de conservação dos sistemas mais depreciados. Os dados deste imóvel e a avaliação do inspetor estão concatenados na Tabela 29.

Tabela 29 –Dados do Imóvel 1  
Fonte: Arquivo pessoal

IMÓVEL 1			
Ano de Construção	1969		
Tipo - Bureau of Internal Revenue	CASAS DE ALVENARIA		
Vida Útil - Bureau of Internal Revenue (anos)	65		
Área (m²)	222,75		
Ano da vistoria	2018		
CUB (R\$/m²)	1222,12	Padrão CSL-8, normal.	
	Mês de Ref.:	nov./17	
SISTEMAS	COEF. CONSERV. (C.)	ki	K <sub>c</sub> (%)
	Insp_02	(%)	
<b>ESTRUTURA</b>	52,60%	78%	<b>78,08</b>
<b>ALVENARIA</b>	52,60%	87%	
<b>REVESTIMENTO</b>	33,20%	41%	
<b>PINTURA</b>	33,20%	100%	
<b>PISO</b>	52,60%	100%	
<b>COBERTURA</b>	52,60%	100%	
<b>FORRO</b>	8,09%	13%	
<b>ESQUADRIAS</b>	18,10%	100%	
<b>INST. HIDR.</b>	52,60%	100%	
<b>INST. ELÉTRICAS</b>	52,60%	81%	
<b>AR CONDICIONADO</b>	18,10%	100%	

Com estes dados serão simulados os seguintes cenários:

CENÁRIO 1 - Recuperar totalmente o imóvel 1;

CENÁRIO 2 - Prever investimento no futuro;

CENÁRIO 3 - Recuperar parcialmente o imóvel 1.

#### 4.2 CENÁRIO 1 – RECUPERAR TOTALMENTE O IMÓVEL

Para recuperar totalmente o imóvel será utilizado o CUB, Custo Unitário Básico da Construção fornecido pelo SINDUSCON/DF, mês de referência novembro de 2018.

Neste cenário será necessário restabelecer todos os sistemas a condição de novo, ou seja, depreciação nula, o valor de recuperação (VR) pode ser previsto quando aplicada a Equação 15:

$$VR = K_G * CUB * A = R\$ 212.556,62$$

Este valor é a previsão financeira a ser empenhada para recuperação do imóvel, restabelecendo todos os sistemas. Com a estrutura de custos (Ei) apresentada e o coeficiente de depreciação de cada sistema (ki) é possível ratear o valor previsto conforme Tabela 30.

Tabela 30 – CENÁRIO 1 – Recuperar totalmente o imóvel 1  
Fonte: Arquivo pessoal

SISTEMAS	ki (%)	Ei (%)	Subtotal (R\$)
ESTRUTURA	78%	25,0	53.096,73
ALVENARIA	87%	7,0	16.644,68
REVESTIMENTO	41%	12,0	13.464,14
PINTURA	100%	8,0	21.778,18
PISO	100%	10,0	27.222,72
COBERTURA	100%	9,0	24.500,45
FORRO	13%	8,0	2.862,75
ESQUADRIAS	100%	4,0	10.889,09
INST. HIDR.	100%	7,0	19.055,91
INST. ELÉTRICAS	81%	8,0	17.597,42
AR CONDICIONADO	100%	2,0	5.444,54
Total (R\$)			212.556,62

O sistema estrutural receberá a maior parcela do valor empenhado, previsto o investimento próximo a cinquenta e três mil reais. Isto ocorre pois a estrutura de custos do imóvel apresenta a estrutura como valor mais significativo e ao mesmo tempo, está com depreciação elevada.

Percebe-se ainda que sistemas totalmente depreciados,  $k_i = 100\%$ , mas que possuem baixo  $E_i$  não representam grandes investimentos de manutenção, como por exemplo o sistema de ar condicionado e forro.

De forma gráfica, a Figura 39 apresenta o valor a ser empenhado para recuperação de cada sistema.

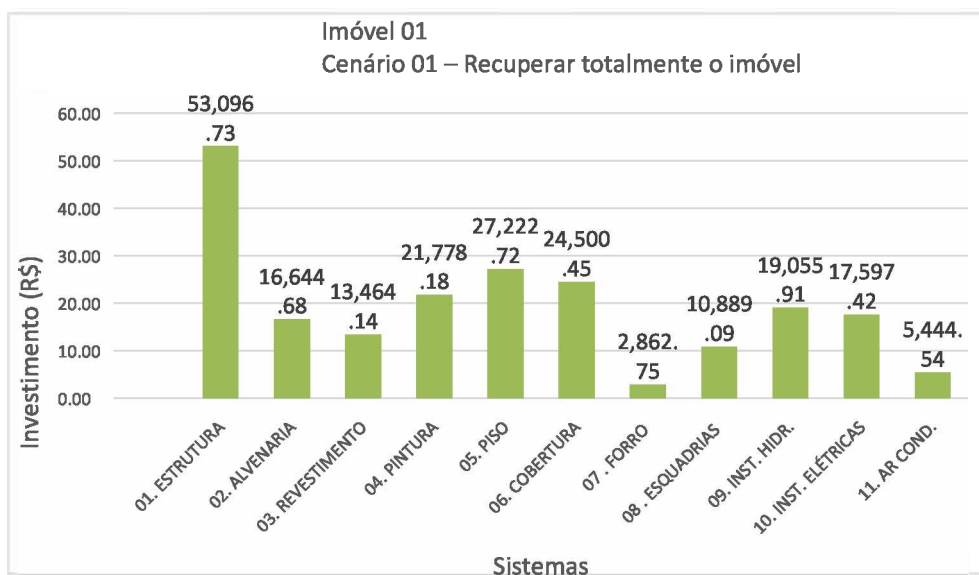


Figura 39 – Investimento necessário para recuperar totalmente o imóvel 1 – Cenário 1

Fonte: Arquivo Pessoal

Observa-se que valores como o estimado aos sistemas como ar condicionado, em edificações semelhantes ao imóvel 1, deve-se analisar o valor do equipamento novo antes da tomada de decisão.

Ainda no gráfico pode-se perceber a representatividade do sistema estrutural. Isto ocorre por causa do alto valor deste sistema na estrutura ( $E_i$ ) custo do imóvel. Qualquer investimento neste sistema incorrerá em queda significativa da depreciação, mas com correspondente custo elevado.

#### 4.3 CENÁRIO 2 – PREVER INVESTIMENTO FUTURO

O cenário 2 representa a simulação de não intervir no imóvel, retardando o investimento para no prazo de 15 anos, tempo de vida de uma empresa conforme já apresentado. Condições como falta de capital imediato ou mesmo ações de mudança de características de uma região urbana podem ser utilizadas como exemplos que levem a este contexto hipotético simulado.

Neste período é importante salientar que diversos sistemas já depreciados podem apresentar falhas, interrupções ou mesmo queda do desempenho. O investidor deve estar ciente destes riscos e declarar no ato da locação, uma vez que estes modelos utilizados se referem a imóveis comerciais.

Parte dos riscos ainda devem ser apresentados como interrupções não programadas face ao colapso de alguns sistemas, como por exemplo elétrico, hidrossanitário e esquadrias.

Para o cenário 2, o coeficiente de depreciação global  $K_G$  do imóvel apresentado na

Tabela 31 .

Tabela 31 – Investimento futuro – imóvel 1  
Fonte: Arquivo pessoal

<b>IMÓVEL 1</b>			
Ano de Construção	1969		
Tipo - Bureau of Internal Revenue	CASAS DE ALVENARIA		
Vida Útil - Bureau of Internal Revenue (anos)	65		
Área (m <sup>2</sup> )	222,75		
Ano da vistoria	<b>2033</b>		
CUB (R\$/m <sup>2</sup> )	1222,12	Padrão CSL-8, normal.	
Mês de Ref.:	nov./17		
<b>SISTEMAS</b>	<b>COEF. CONSERV. (C.)</b>	<b>ki</b>	<b>K<sub>G</sub> (%)</b>
	Insp_02	(%)	
<b>ESTRUTURA</b>	52,60%	<b>90%</b>	
<b>ALVENARIA</b>	52,60%	<b>100%</b>	
<b>REVESTIMENTO</b>	33,20%	<b>95%</b>	
<b>PINTURA</b>	33,20%	<b>100%</b>	
<b>PISO</b>	52,60%	<b>100%</b>	
<b>COBERTURA</b>	52,60%	<b>100%</b>	
<b>FORRO</b>	8,09%	<b>51%</b>	<b>93,1</b>
<b>ESQUADRIAS</b>	18,10%	<b>100%</b>	
<b>INST. HIDR.</b>	52,60%	<b>100%</b>	
<b>INST. ELÉTRICAS</b>	52,60%	<b>100%</b>	
<b>AR CONDICIONADO</b>	18,10%	<b>100%</b>	

A progressão tanto do coeficiente de depreciação global como do capital a ser investido está representada na Tabela 32.

Tabela 32 – Progressão do coeficiente de depreciação e o investimento para 15 anos – imóvel 1  
Fonte: Arquivo pessoal

<b>ANO</b>	<b>kG (Edifício)</b>	<b>Investimento (R\$)</b>
2018	78,08%	212.555,02
2019	79,01%	215.079,08
2020	79,89%	217.495,13
2021	80,82%	220.007,68
2022	81,78%	222.616,75

2023	82,77%	225.322,32
2024	83,80%	228.124,40
2025	84,86%	231.023,00
2026	85,96%	234.018,09
2027	87,10%	237.109,70
2028	88,08%	239.775,94
2029	89,09%	242.527,22
2030	90,05%	245.136,46
2031	91,04%	247.828,24
2032	92,06%	250.602,55
2033	93,11%	253.459,39

O coeficiente de depreciação global passou de 78,08% para 93,11%, aumentando investimento de R\$ 212.556,62 para R\$ 253.280,00, tomando como referência o mesmo CUB do cenário anterior. Um aumento no investimento de reforma correspondente a 19,16%, exigindo do gestor a revisão do valor de locação do imóvel, caso adote este cenário.

A Figura 40 apresenta o gráfico da depreciação global e a projeção do investimento para recuperar o imóvel 1 no decorrer dos anos.

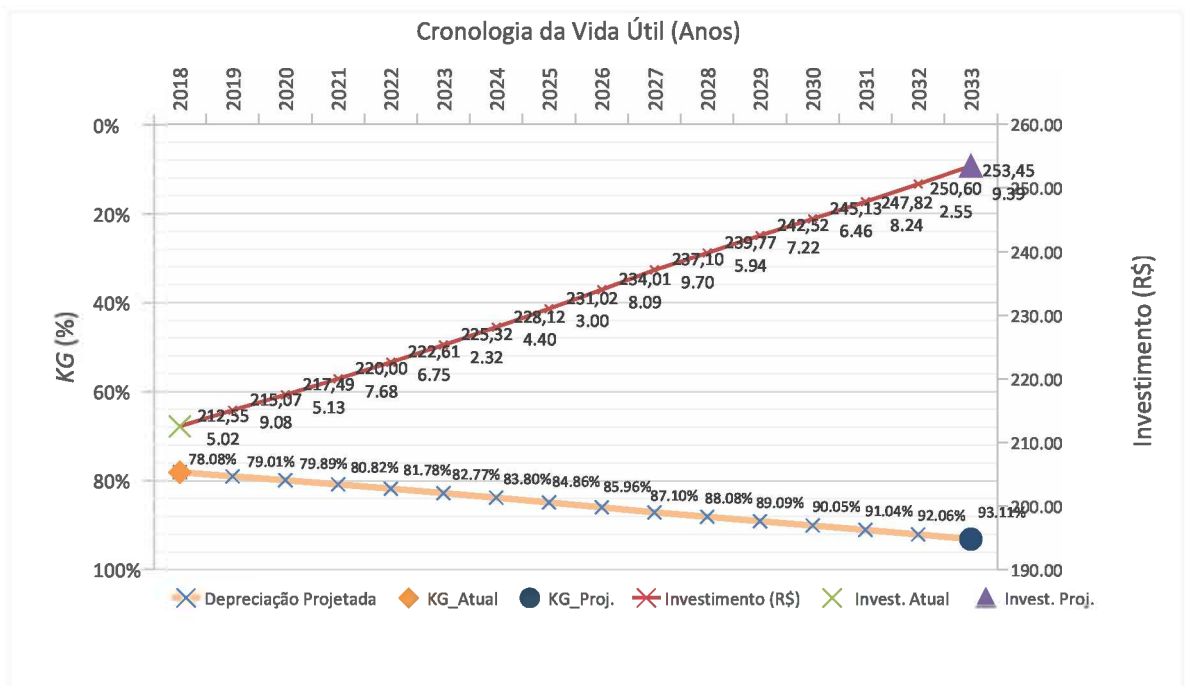


Figura 40 – Depreciação Global do imóvel 1 e Investimento previsto durante o ciclo de vida

Fonte: Arquivo Pessoal

O gráfico não é linear, mas uma função quadrática, uma vez que o método de Ross Heidecke possui este expoente em sua função original.



#### 4.4 CENÁRIO 3 – RECUPERAR PARCIALMENTE O IMÓVEL

O cenário 3 de recuperação parcial do imóvel é o caso mais recorrente pois demanda a princípio os menores custos imediatos. A questão de manter o imóvel 1, retardando a depreciação mas ao mesmo tempo, com investimentos reduzidos. A decisão deverá atender a critérios técnicos e financeiros.

Quanto a gestão de imóveis comerciais, com lucro advindo no processo de locação, existem demandas sucessivas de customização conforme já apresentado no item 2.1. Isto já indica que o item pintura pode ser considerado recorrente e não entraria nos sistemas a serem gerenciados.

Para análise técnica mais aprofundada desta demanda serão estabelecidos os critérios de prioridade dos coeficientes de depreciação do sistema ( $k_i$ ), uma vez que esta variável possui a correlação direta com o estado de conservação e vida útil dos sistemas.

A Tabela 33 apresenta de forma comparativa a correlação entre as ações percorridas no cenário 1 - de recuperação total do imóvel com duas propostas de recuperação parcial. Recuperar somente os sistemas totalmente depreciados ou recuperar somente sistema de maior custo ( $E_i$ ), no caso o sistema. Será apresentado ainda o investidor a título comparativo no sistema estrutural, o qual possui maior  $E_i$ , item de representatividade na estrutura de custos da obra.

Os itens de depreciação total serão zerados, ou seja, os sistemas serão terão totalmente recuperados, restabelecem a condição de novo.

Tabela 33 –Ações de recuperação parcial  
Fonte: Arquivo pessoal

SISTEMAS	Ei (%)	Reforma Total do imóvel Cenário 1		Reformar sistemas depreciados		Reformar somente Estrutura	
		$k_i$ (%)	$K_i * E_i$	$k_i$ (%)	$K_i * E_i$	$k_i$ (%)	$K_i * E_i$
PINTURA	8	100%	8,00	0%	-	100%	8,00
PISO	10	100%	10,00	0%	-	100%	10,00
COBERTURA	9	100%	9,00	0%	-	100%	9,00
ESQUADRIAS	4	100%	4,00	0%	-	100%	4,00
INST. HIDR.	7	100%	7,00	0%	-	100%	7,00
AR COND	2	100%	2,00	0%	-	100%	2,00
ALVENARIA	7	87%	6,09	87%	6,09	87%	6,09
INST. ELÉTRICAS	8	81%	6,48	81%	6,48	81%	6,48
ESTRUTURA	25	78%	19,50	78%	19,50	0%	-
REVESTIMENTO	12	41%	4,92	41%	4,92	41%	4,92
FORRO	8	13%	1,04	13%	1,04	13%	1,04
	KG (%)		78,08		38,03		58,53
	Investimento (R\$)		212.418,91		103.528,02		159.334,60

Os sistemas de pintura, piso, cobertura, instalações hidrossanitárias e ar-condicionado estão totalmente depreciados,  $k_i=100\%$ . A recuperação destes sistemas exigiria o capital de R\$ 103.528,02, sendo que o coeficiente de depreciação global de 78,08%, equivalente a reforma total do imóvel, reduziria para 38,03%, tal como verifica-se na Tabela 33, apresentando uma variação aproximada de 51,00% na depreciação global do patrimônio.

Caso seja aplicado recursos somente para a recuperação da estrutura, o sistema com maior representatividade na estrutura de custo (Ei), o investimento necessário será de R\$ 159.334,60. Neste caso, o coeficiente de depreciação global será de 58,53%, reduzindo somente 25% com relação a reforma total do edifício.

Como demonstrado, aplicar capital na reforma de sistemas depreciados pode representar melhor retorno financeiro, quando a avaliação se restringe somente a depreciação do patrimônio construído.

É senso comum que a estrutura pode oferecer outros riscos e responsabilidades. Este é o motivo de incluir outras variáveis técnicas, antes da decisão final.

#### 4.5 DIRETRIZES PARA A CONSERVAÇÃO DE IMÓVEIS COMERCIAIS

Como visto, foram simulados três cenários diferentes para investimento em conservação a partir do coeficiente de depreciação  $K_G$ , calculado através do método de Ross Heidecke modificado. A Tabela 34 apresenta os resultados para cada cenário.

Tabela 34 –Diretrizes para conservação patrimonial a partir da avaliação da depreciação do ambiente construído  
Fonte: Arquivo pessoal

Avaliação ano 2018	DIRETRIZES		
	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3
Depreciação Global do Imóvel	78,08%	93,11%	38,03%
Valor do Investimento	R\$ 212.555,02	R\$253.280,00	R\$ 103.528,02

Os dados representam cenários como o investimento na reforma total do imóvel, recuperando a depreciação global avaliada em 78,08% ao custo de R\$

212.555,02. O segundo cenário o investimento seria retardado em 15 anos. Após o decorrer deste prazo, o imóvel apresentaria 93,11% de depreciação global, exigindo o capital de R\$ 253.280,00.

No período dos quinze anos, seriam necessárias intervenções corretivas, preventivas e paralizações não programadas devido colapso de sistemas com vida útil concluída. Acresce aos riscos a necessidade de aumentar o valor locatício a fim de acumular o capital previsto de R\$ 253.280,00 superior aos R\$ 212.555,02 ao previsto na recuperação imediata.

A última visão apresentada ao gestor seria recuperar parcialmente o imóvel, intervindo nos sistemas de pintura, piso, cobertura, instalações hidrossanitárias e ar-condicionado que estão totalmente depreciados,  $ki=100\%$ . Neste caso o gestor necessitaria do capital de R\$ 103.528,02, mas assumiria riscos interrupções com o passivo da depreciação global de 38,03%, mantendo as equipes de apoio em ações corretivas e preventivas.

Por se tratar de imóveis comerciais, acredita-se que a possibilidade de locação e o bom desempenho dos sistemas construtivos são as melhores atratividades a serem oferecidas. Para tanto, a recuperação total do imóvel, apresentada no cenário 1 e a mais vantajosa.

Embora esta seja a de maior investimento imediato, a longo prazo os custos podem ser recuperados e ainda amplia as possibilidades de oferta do imóvel no mercado. Quando a conservação do patrimônio é possível empenhar somente a equipe de apoio com ações preventivas. Descarta-se a hipótese de ações corretivas ou paralizações não programadas.

Esta seria a diretriz adotada.

## **5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

### **5.1 PRELIMINARES**

Ao longo desta dissertação, foram enunciados estudos a respeito de inspeção predial, ciclo de vida de imóveis, indicadores de degradação, desempenho e depreciação.

Algumas conclusões já foram apresentadas ao longo dos capítulos anteriores, mas devem ser ratificadas, com intuito de realçar os principais aspectos encontrados nesta pesquisa.

Relativamente aos modelos de avaliação de imóveis, o método de Ross Heidecke apresenta melhor aceitabilidade, pois aproxima mais apropriadamente o modelo matemático ao modelo físico, avaliando os elementos construtivos e sua vida útil.

Outros pesquisadores apresentaram propostas de melhoria a este método, entre eles estão Pimenta (2011), propondo o método de Ross Heidecke modificado e Pereira (2013) como método de Ross Heidecke modificado combinado com método de Fatores. Nos dois casos, há a utilização da variável qualitativa estado de conservação (C).

Tanto Pimenta (2011) como Pereira (2013), apresentaram contribuições no sentido de reduzir a subjetividade da qualificação desta variável, com o fito de apresentar maior rigor nos cálculos da depreciação. Segundo esses pesquisadores, o coeficiente de depreciação global ( $K_G$ ) do imóvel varia de acordo com a subjetividade do estado de conservação (C), motivo pelo qual propuseram segmentar o edifício e avaliar separadamente cada sistema construtivo.

Na presente dissertação, foram testados os dois métodos citados em imóveis comerciais institucionais, com padrões de projetos, materiais, uso e estado de conservação. Os imóveis foram separados em dois grupos de três amostras cada um, de acordo com sua complexidade construtiva, área e número de pavimentos.

No Grupo 1, estão localizados imóveis com área construtiva menor que 300 m<sup>2</sup>, um pavimento e baixa complexidade construtiva. O Grupo 2 refere-se a imóveis maiores ou com múltiplos pavimentos ou alta complexidade construtiva de acordo com IBAPE(2012).

Todos os imóveis foram inspecionados por seis profissionais graduados em arquitetura ou engenharia, separadamente, obtendo trinta e seis dados amostrais. Esses dados possibilitaram a verificação, por meio de ferramentas estatísticas, das dispersões do coeficiente de depreciação global do imóvel ( $K_G$ ), quando se utiliza variável subjetiva estado de conservação dos sistemas ( $C_i$ ), qualificada segundo o ponto de vista de cada vistoriador.

O método de Ross Heidecke modificado apresentou indicadores estatísticos com desvio padrão e variância dentro dos padrões normativos nas amostras do Grupo 1, dando confiabilidade para utilização como parâmetro para o planejamento de conservação predial. No Grupo 2, a variância do modelo foi alta, indicando necessidade de maiores estudos ou mesmo, modificar o nível de inspeção predial a ser adotado nestes casos.

O método de Ross Heidecke modificado combinado com Fatores foi aplicado somente aos imóveis do Grupo 1, por se tratar de amostras mais homogêneas e tipologias iguais. Adotando a qualificação proposta por Pereira (2013), foram aplicadas quatro combinações com fatores de qualidade do ambiente exterior (E) e o nível de manutenção (G). Os demais fatores foram adotados como regulares e quantificados com valor constante e igual a 1,00.

Os resultados obtidos nas amostras com o fator ambiente exterior (E) necessita de ajustes na quantificação, aproximando o modelo matemático multiparâmetros ao estado físico da edificação vistoriada.

O método é viável porém necessitaria de ajustes na quantificação do conjunto de fatores.

## **5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Ao longo dos capítulos deste trabalho foram apresentados diversos aspectos que podem ser aprofundados, mas, para o tema referente à conservação predial e sua correlação com a depreciação dos imóveis, pode-se salientar a sugestão de algumas diretrizes:

- a) Realizar avaliação mais precisa da vida útil dos materiais e sistemas – Esta é uma área que tem apresentado grande número de pesquisas, principalmente após a entrada em vigor da norma de desempenho no Brasil.
- b) Aplicar as diretrizes propostas neste trabalho a imóveis mais complexos, ampliando a inspeção para nível 2;
- c) Verificar a possibilidade de o estado de conservação proposto por Heidecke, ser alterado durante a vida útil do sistema.

- d) Calibrar a influência do Fator ambiente exterior (E) em edificações semelhantes às das amostras apresentadas nesta dissertação, ampliando a quantidade de imóveis com mesma tipologia padronizados, instalados em vários pontos da cidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRIL, E. Revista VEJA (ed. 2548, Set/2017), 2017.
- ABUNAHMAN, S. A. **CURSO BASICO DE ENGENHARIA LEGAL E DE AVALIAÇÕES.pdf**. 4ª ed. São Paulo-SP: PINI, 2008.
- ALDABÓ, R. **Qualidade na Energia Elétrica**. 2. ed. São Paulo-SP, 2013.
- AND, C. W. / R. T. 140 – T. C. ON S. L. OF B. M.; COMPONENTS, G. AND. Guide and Bibliography to Service Life and Durability Research for Building Materials and Components. **CIB Report: Publication 295.**, p. 372, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10821-1 Esquadrias para edificações - Parte 1: Esquadrias externas e internas - Terminologia**, São Paulo-SP, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13818 Placas cerâmicas para revestimento-Especificação e métodos de ensaios**. 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14653-1 - Avaliação de Bens Parte 1: Procedimentos gerais**. (ABNT, Ed.)Rio de Janeiro, RJ, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR\_14653-2 Avaliação de bens Parte 2: Imóveis urbanos**. (ABNT, Ed.)Rio de Janeiro, RJ: 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14653-4 Avaliação de Bens Parte 4: Empreendimentos**. (ABNT, Ed.)Rio de Janeiro, RJ: 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14653-3 Avaliação de bens Parte 3: Imóveis rurais**. (ABNT, Ed.)Rio de Janeiro, RJ: 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14653-5:2006 Avaliação de bens Parte 5: Máquinas, equipamentos, instalações e bens industriais em geral**. (ABNT, Ed.)Rio de Janeiro, RJ: 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14653-6:2008 Versão Corrigida:2009 Avaliação de bens Parte 6: Recursos naturais e ambientais**. (ABNT, Ed.)Rio de Janeiro, RJ: 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14653-7 Avaliação de Bens Parte 7 : Bens de patrimônios históricos e artísticos**. (ABNT, Ed.) Rio de Janeiro, RJ: 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1:2017**

**Edificações Habitacionais — Desempenho Parte 1 : Requisitos gerais Prefácio.**  
Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Anais...**Rio de Janeiro, RJ, 2013.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575-2:2013 - Edificações Habitacionais - Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais.** (ABNT/CB-02, Ed.)Rio de Janeiro, RJ, 2013.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-3:2013 - Edificações Habitacionais — Desempenho. Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos.** Rio de Janeiro, RJ, 2013.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575-4:2013 Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4 : Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE.** Rio de Janeiro, RJ, 2013.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-5:2013 - Edificações habitacionais - Desempenho Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas.** Rio de Janeiro, RJ, 2013.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-6:2013 Edificações Habitacionais — Desempenho Parte 6: Sistemas Hidrossanitários Prefácio.** Rio de Janeiro, RJ, 2013.

BAUER, P. E. Degradação dos materiais – cerâmicos ( bloco / tijolo ) concreto. p. 1–22, 2017.

BRAGA, F. M. V. **A DEPRECIAÇÃO DOS EDIFÍCIOS NA AVALIAÇÃO IMOBILIÁRIA - Proposta de método de cálculo do coeficiente de depreciação.** [s.l.] FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO, 2015.

BRITO, L. D. **Patologia Em Estruturas De Madeira : Metodologia De Inspeção E Técnicas De.** [s.l.] Escola de Engenharia de São Carlos, 2014.

CARVALHO JÚNIOR, R. **Patologias em Sistemas Prediais Hidráulico Sanitários.** São Paulo-SP:, 2013.

CBIC. **GUIA CBIC - Norma 15575.** 2. ed. Brasília / DF: 2013.

CEOTTO, L. H. **Revestimentos de Argamassas - Boas práticas em projeto, execução e avaliação.** Porto Alegre, RS: [s.n.]. v. 1,2005

CÓIAS, V. **INSPECÇÕES E ENSAIOS na reabilitação de edifícios.** Lisboa, PT: IST PRESS, 2006.

DE PAULA, J. H. M. Plano de Manutenção de Edificações em Madeira. In: UNB (Ed.). Brasília / DF, 2017.



DOUBEK, T.; ENG, L. **Depreciação de edificações -XVII -COBREAP**. (IBAPE, Ed.)Florianópolis, SC, 2013.

FLÁVIA ZOÉGA ANDREATA PUJADAS. **PROJETO DA NORMA ABNT DE INSPEÇÃO PREDIAL - Conceitos e Aplicações**. Foz do Iguaçu, 2017.

FLORES, I. DOS S. F. B. C. **Metodologia de avaliação do desempenho em serviço de fachadas rebocadas na óptica da manutenção predictiva**. [s.l.] Universidade Técnica de Lisboa, 2009.

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.

GRANDISKI, P. **Problemas Construtivos-I Aspectos Técnicos Legais da Construção Civil**. 7. ed. São Paulo-SP: [s.n.]. v. 2012.

IBAPE-SP. **NORMA DE INSPEÇÃO PREDIAL NACIONAL**. (IBAPE-SP, Ed.)São Paulo-SP: 2012.

MARION, J. C. **Contabilidade Básica**. 10. ed. São Paulo-SP, 2009.

MEDEIROS, M. H. F. **Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos com proteção superficial frente à ação de íons cloretos**. [s.l.] Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008.

NETO, J. C. P. **Perícias de Fachadas em Edificações Pintura**. São Paulo-SP: LEUD, 2008.

OLIVEIRA, I.; PANTOJA, C. **Análise das Metodologias de depreciação dos imóveis e vida útil**. p. 1–20, 2016.

PEREIRA, A. J. D. S. **Avaliação Imobiliária e a sua relação com a Depreciação dos Edifícios**. [s.l.] FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO, 2013.

PEREIRA, M. **Patrimônio Histórico Arquitetônico**. ed. Correios, Brasília / DF, 1999.

PIMENTA, J. C. **Propostas de Desenvolvimento dos Modelos Clássicos de Valoração da Depreciação Física na Avaliação Imobiliária**. [s.l.] INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA, 2011.

PINTO, A. F. DA SILVA. **CONSTRUÇÃO DE UMA BASE DE DADOS DE APOIO À ESTIMATIVA DA VIDA ÚTIL DAS CONSTRUÇÕES - Vida Útil de Referência**. [s.l.] FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO, 2011.

RADEGAZ, N. J. **AVALIAÇÕES DE BENS - Principios Básicos e Aplicações**. 2. ed.

São Paulo-SP: LEUD, 2013.

RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo-SP, 1998.

ROYAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY, D. OF A. CIB-W94 Design for durability: State of the art. 1992.

SANTOS, M. R. P. **Metodologias de previsão da vida útil de materiais, sistemas ou componentes da construção**. [s.l.] FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO, 2010.

SAÚDE, M. DA. **PORTARIA Nº 3.523, DE 28 DE AGOSTO DE 1998**, 1998.

SEAP. **Manual de Obras Públicas - Edificações** (TCU, Ed.). Brasília / DF, 1997.

DEUTSCH, S.F. **Perícias de Engenharia - A apuração dos fatos**. 3 ed. Leud.São Paulo - SP, 2016

STANDARD BRISTISH. **BS ISO 15686-6 Buildings and constructed assets - Service life planning Part 6: Procedures for considering environmental impacts** Reino Unido, UK, 2001.

STANDARD BRISTISH. **BS ISO 15686-3 Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 3: Performance audits and reviews**. Reino Unido, UK: 2002.

STANDARD BRISTISH. **BS ISO 15686-7 Buildings and constructed assets - Service life planning Part 7: Performance evaluation for feedback of service life data from practice**. Reino Unido, UK: 2006.

STANDARD BRISTISH. **BS ISO 15686-8 Buildings and constructed assets - Service life planning Part 8: Reference service life and service-life estimation**. Reino Unido, UK: 2008.

STANDARD BRISTISH. **BS ISO 15686-9 Buildings and constructed assets - Service life planning Part 9: Guidance on assessment of service-life data**. Reino Unido, UK: 2008.

STANDARD BRISTISH. **BS ISO 15686-10 Buildings and constructed assets - Service life planning Part 10: When to assess functional performance**. Reino Unido, UK: BSI, 2010.

STANDARD BRISTISH. **BS ISO 15686-1 Buildings and constructed assets - Service life planning Part 1: General principles and framework**. Reino Unido, UK: 2011.

STANDARD BRISTISH. **BS ISO 15686-2 Buildings and constructed assets - Service life planning Part 2: Service life prediction procedures** Reino Unido, UK, 2012.

**STANDARD BRITISH. BS ISO 15686-4 Buildings Construction - Service Life Planning Part 4: Service Life Planning using Building Information Modelling.** Reino Unido, UK: 2014.

**STANDARD BRITISH. BS ISO 15686-11 Buildings and constructed assets - Service life planning Part 11: Terminology.** Reino Unido, UK: 2014.

**STANDARD BRITISH. BS ISO 15686-5 Buildings and constructed assets - Service life planning - Life cycle costing.** Reino Unido, UK: 2017.

**TRINDADE, R. S. D. Gestão de Edifícios - Análise Comportamental Através da Interpretação de Dados Históricos.** [s.l.] Faculdade de Engenharia do Porto, 2011.

**VARGAS, H. Arquitetura e Mercado Imobiliário.** Barueri, SP, 2014.

## APENDICE II – FORMULÁRIO DE INSPEÇÃO PROPOSTO

ANEXO I – FORMULÁRIO INSPEÇÃO			
Número do Imóvel:			
Endereço			
CLASSIFICAÇÃO GERAL DO SISTEMA	SISTEMA	COMPONENTE	ASPECTOS OBSERVADOS
( )	<b>1. ESTRUTURA</b>	A) LAJES B) VIGAS C) PILARES	1.1 - Trincas 1.2 - Armadura exposta 1.3 - Baixo cobrimento da armadura 1.4 - Carbonatação 1.5 - Eflorescência 1.6 - Nichos de concretagem 1.7 - Deslocamentos imprevistos 1.8 - Presença de humidade 1.9 - Sobrecarga 1.10 - Apoios indevidos 1.11 - Suportes imprevistos
( )	<b>2. PAREDES</b>	A) TIJOLO B) MADEIRA C) GESSO	2.1 - Falta de prumo ou esquadro 2.2 - Trincas 2.3 - Infiltrações 2.4 - Desplacamentos 2.5 - Eflorescências 2.6 - Presença de sobrecarga indevida 2.7 - Sujidades
( )	<b>3. ESQUADRIAS</b>	A) PORTAS B) JANELAS C) GUARDA CORPO	3.1 - Falta de prumo ou esquadro 3.2 - Falta de pingadeira 3.3 - Desgaste das partes móveis rodízio / pivô 3.4 - Presença de dejetos 3.5 - Falhas na fixação ou travamento 3.6 - Partes soltas ou ausentes 3.7 - Falha na estanqueidade 3.6 - Sujidades
( )	<b>4. REVESTIMENTO</b>	A) ARGAMASSA B) REBOCO C) CERÂMICA	4.1 - Perda de cor ou brilho 4.2 - Trincas 4.3 - Erosão superficial 4.4 - Desagregação da argamassa 4.5 - Mancha de humidade 4.6 - Depósito de agentes microbiológicos (mofo) 4.7 - Falha de rejuntas 4.8 - Falta de aderência 4.9 - Vegetais (raízes, trepadeiras, líquens, bolores, fungos)
( )	<b>5. PINTURA</b>	A) MASSA CORRIDA B) TINTA	5.1 - Perda de cor ou brilho 5.2 - Trincas 5.3 - Empolamentos 5.4 - Eflorescências 5.5 - Infiltrações 5.6 - Sujidades 5.7 - Depósito de agentes microbiológicos (mofo) 5.8 - Perda de aderência

(CONTINUAÇÃO)			
CLASSIFICAÇÃO GERAL DO SISTEMA	SISTEMA	COMPONENTE	ASPECTOS OBSERVADOS
( )	6. PISO	A) REVESTIMENTO B) CONTAPISO C) ISOLAMENTO TÉRMICO D) ISOLAMENTO ACÚSTICO E) IMPERMEABILIZAÇÃO F) CAMADA ESTRUTURAL	6.1 - Perda de cor ou brilho 6.2 - Trincas 6.3 - Erosão superficial 6.4 - Desagregação ou quebra de elementos 6.5 - Mancha de umidade 6.6 - Depósito de agentes microbiológicos (mofo) 6.7 - Infiltrações 6.8 - Falha nos rejuntas 6.9 - Falta de aderência 6.10 - Falta de inclinação 6.11 - Falta de rejuntas ou juntas
( )	7. COBERTURA	A) TELHADO B) SUB COBERTURA C) ESTRUTURAS PRINCIPAIS D) ESTRUTURAS SECUNDÁRIAS E) CALHAS F) COLETORES PLUVIAIS	7.1 - Estrutura de apoio danificada 7.2 - Deposição de Material 7.3 - Presença de peças de cobertura quebradas ou trincadas 7.4 - Deposição de material 7.5 - Falhas ou degradação da impermeabilização 7.6 - Presença de vegetais 7.7 - Presença de animais 7.8 - Deposição de material 7.9 - Falta de elementos de fixação 7.10 - Falha no caimento pluvial 7.11 - Aplicação de sobrecarga não-prevista
( )	8. FORRO	A) ESTRUTURADO B) PERFURADO C) ARAMADO D) REMOVÍVEL	7.1 - Perda de cor ou brilho 7.2 - Mancha de umidade 7.3 - Depósito de agentes microbiológicos (mofo) 7.4 - Sujidades 7.5 - Desnívelamento ou perda de ancoragem 7.6 - Presenças de vegetais 7.7 - Trincas
( )	9. INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	A) PLUVIAL B) ESGOTO C) ALIMENTAÇÃO D) ÁGUA FRIA E) INCÊNDIO F) DRENAGEM	9.1- Avarias a registros 9.2 - Falta de limpeza 9.3 - Desvio indevido de tubulações 9.4 - Captação pluvial e de esgoto insuficientes 9.5 - Falta de repintura de proteção 9.6 - Perfuração de tubulações 9.7 - Escoamento deficiente 9.8 - Gotejamento 9.9 - Ausência de ralos 9.10- Obstrução 9.11- Ausência de mangueiras 9.12- Corrosão 9.13 - Retorno de gases
( )	10. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	A) QUADROS B) ONDUTORES C) TOMADAS E) LUMINÁRIAS F) PARA RAIOS	10.1 - Presença de dejetos 10.2 - Surtos elétricos 10.3 - Desligamento indevido 10.4 - Condutores expostos 10.5 - Disjuntores avariados 10.6 - Sinais de aquecimento 10.7 - Isolamento indevido 10.8 - Fiação Rígida 10.9 - Cordoalha do SPDA sem tensão 10.10 - Ausência de sinalização

( )	<b>11. AR CONDICIONADO</b>	A) CONDENSADORES B) EVAPORADORES C) DUTOS	11.1 - Desligamento imprevisto
			11.2 - Acúmulo de dejetos
			11.2 - Perda da capacidade térmica
			11.3 - Partes soltas ou ausentes do equipamento

## APENDICE II - IMÓVEIS VISTORIADOS

Os imóveis comerciais que serviram de amostra estão situados em Brasília/DF e pertencem a uma única empresa pública – os Correios – e estão sob a gestão de uma equipe técnica de manutenção, com histórico de intervenções cadastradas em ficha de acompanhamento. A empresa informou ainda a Estrutura de Custo (Ei) de cada sistema.

As amostras adotam padrões para os sistemas de alvenaria, revestimento, pintura, piso, cobertura, forro, esquadrias, instalações hidrossanitárias e elétricas, que estão previstos em manuais internos da empresa de acordo com sua utilização comercial.

Em 1997, foi implantado um plano para instalação de sistema integrado de transmissão de dados de todos os imóveis da empresa. Por isso, foi necessário rever as instalações elétricas para o aumento de carga. A data da intervenção será adotada no sistema elétrico e sistema de ar condicionado para todos os imóveis da amostra.

### 5.2.1.1 IMÓVEL 1

Trata-se de edificação destinada ao comércio de produtos postais de uma área urbana residencial e possui pavimento único com acesso por via local e pequeno fluxo de trânsito conforme demonstrado na Figura 41.



Figura 41 – Imóvel comercial 1-Fachada e área de atendimento

Fonte: Arquivo pessoal

O imóvel 1, construído e ocupado em 1969, possui 222,75 m<sup>2</sup> úteis e atende aos padrões de operação comercial para agências postais. Ele passou apenas por reparos pontuais e o estado atual de ocupação pode ser visto na Figura 42, com restabelecimento parcial da vida útil de alguns sistemas que, por isso, não foram considerados.

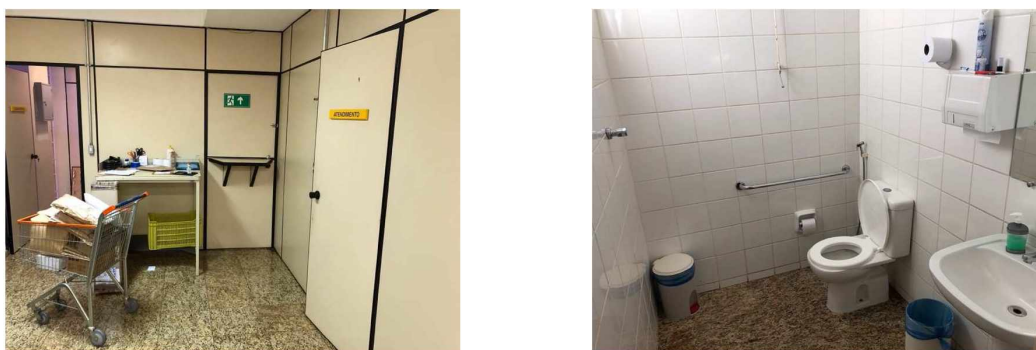


Figura 42 – Imóvel comercial 1- área interna e banheiro  
Fonte: Arquivo pessoal

Por conta da característica de edificação e do uso do imóvel 1, ele é denominado CASA DE ALVENARIA segundo os parâmetros do *Bureau of Internal Revenue*.

#### 5.2.1.2 IMÓVEL 2

Trata-se de edificação destinada ao comércio de produtos postais de outra área urbana residencial, semelhante ao imóvel 1, com características construtivas de área e arquitetura idênticas, inclusive em relação ao ano de sua edificação. A fachada pode ser vista na Figura 43.





Figura 43 – Imóvel comercial 2 – Fachada e área de gerência  
Fonte: Arquivo pessoal

O imóvel também passou apenas por reparos pontuais, com restabelecimento parcial da vida útil dos sistemas e que, portanto, não foram considerados.

Como a característica de edificação e uso do imóvel 1 foi mantida, adotou-se a nomenclatura de CASA DE ALVENARIA segundo os parâmetros do *Bureau of Internal Revenue*.



Figura 44 – Imóvel comercial 2 – área interna e banheiro  
Fonte: Arquivo pessoal

### 5.2.1.3 IMÓVEL 3

Trata-se de mais uma edificação destinada ao comércio de produtos postais de região urbana, com pavimento único e área edificada de 190 m<sup>2</sup> oferecendo o serviço de agência postal. Construído em 1981, possui pavimento único com acesso por via coletora, com médio fluxo de trânsito conforme pode ser visto na Figura 45.



Figura 45 – Imóvel comercial 3 – Fachada e área de expediente  
Fonte: Arquivo pessoal

O imóvel também passou apenas por reparos pontuais, com restabelecimento parcial da vida útil dos sistemas e que, portanto, não foram considerados.

Como as características de edificação e uso do imóvel 1 e 2 foram mantidas, adotou-se a nomenclatura de CASA DE ALVENARIA segundo os parâmetros do *Bureau of Internal Revenue*.

As características da região onde está localizada o imóvel 3 estão sendo modificadas, passando de área residencial para área comercial, com aumento do fluxo de automóveis e caminhões de pequeno porte.

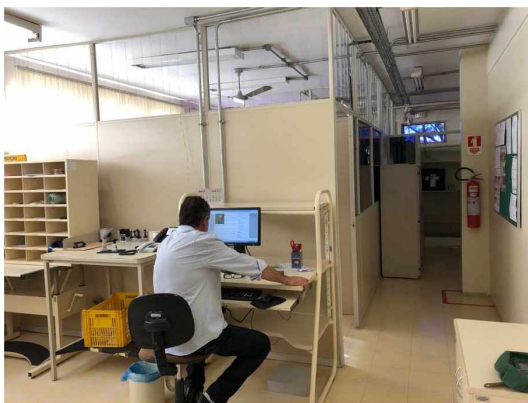


Figura 46 – Imóvel comercial 3 – Área interna e banheiro  
Fonte: Arquivo pessoal

#### 5.2.1.4 IMÓVEL 4

Trata-se de edificação destinada ao centro logístico para distribuição de cargas domésticas e também ao ponto de comércio para produtos postais. Como

tal, parte de lá transporte de cargas diversas que exigem um sistema de segurança e de sigilo compatíveis com esta operação.

O imóvel possui três pisos destinados à coleta de carga e triagem, com acesso por duas vias: uma arterial e outra coletora. Ele é situado em região com trânsito intenso. A fachada pode ser vista na Figura 47.

Em 2015, o imóvel sofreu as seguintes obras de reabilitação: reconstrução do sistema hidráulico, incluindo acabamentos dos banheiros; reforma da cobertura com troca das telhas de cimento amianto, da estrutura do telhado e da impermeabilização da área.

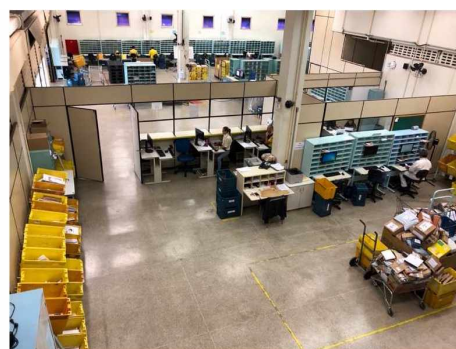


Figura 47 – Imóvel comercial 4 – Fachada e área de produção  
Fonte: Arquivo pessoal

O imóvel está situado em região mista, comercial e residencial. A conclusão de sua obra e seguinte ocupação ocorreu em 1974. Possui 4832,13m<sup>2</sup> de área edificada seguindo o padrão pré-estabelecido para operação comercial dos Correios.

Por causa das características de segurança encontradas no local, adota-se a nomenclatura de BANCO segundo parâmetros do *Bureau of Internal Revenue*.

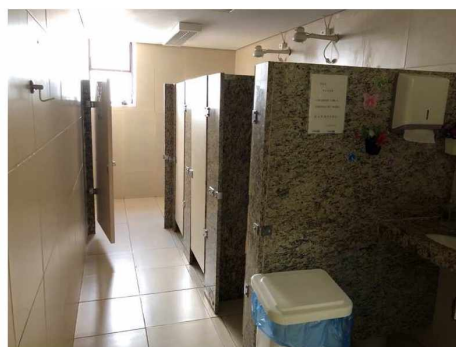


Figura 48 – Imóvel comercial 4 – Área interna e banheiro

O imóvel foi cadastrado como BANCO segundo os parâmetros do *Bureau of Internal Revenue* devido à necessidade de manter-se vigilância permanente e à atividade operacional com ciclos diurnos e noturnos. Por essa razão, exige-se que o imóvel tenha um plano de manutenção intenso de sistemas como instalações elétricas, ar condicionado e outros.

#### 5.2.1.5 IMÓVEL 5

Trata-se de edificação destinada a serviços administrativos com uma agência para venda de produtos postais. A maior parte das operações no local restringe-se a trabalhos administrativos e documentais da empresa.

O imóvel possui dois pisos destinados a escritórios, com acesso pela via arterial, com trânsito regular, sem controle de caminhões de grande porte. Está situado em área exclusivamente comercial.

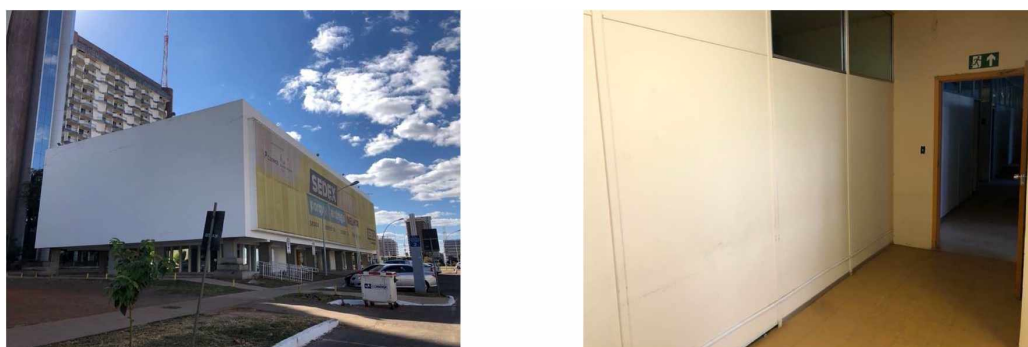


Figura 49 – Imóvel comercial 5 – Fachada e divisórias internas  
Fonte: Arquivo pessoal

A construção do edifício ocorreu em 1969 e possui 3.587,5m<sup>2</sup> de área construída seguindo o padrão preestabelecido para a operação comercial.

Em 2013, duas intervenções significativas foram realizadas no imóvel: reconstrução da fachada, com instalação de brises metálicos como revestimento arquitetônico; reforma da parte elétrica, com inclusão de quadros de entrada de energia.

Internamente, o edifício possui somente divisórias em painéis de madeira, sem valor agregado. Por isso, a reconstrução da fachada será considerada como reabilitação do sistema de alvenaria.

Por causa das características administrativas do imóvel, adota-se a nomenclatura de EDIFÍCIO DE ESCRITÓRIOS segundo os parâmetros do *Bureau of Internal Revenue*.



Figura 50 – Imóvel comercial 5 – Acesso interno e banheiros  
Fonte: Arquivo pessoal

Atualmente o prédio encontra-se com baixa ocupação, e apenas o pavimento térreo está ocupado com atividade comercial. A parte administrativa foi transferida para outro local, pois os sistemas de instalações elétricas e hidrossanitárias necessitam de reforma.

#### 5.2.1.6 IMÓVEL 6

Trata-se de galpão de concreto com cobertura metálica para triagem e armazenamento de documentos. A maior parte das operações no local restringe-se a trabalhos administrativos e documentais da empresa.

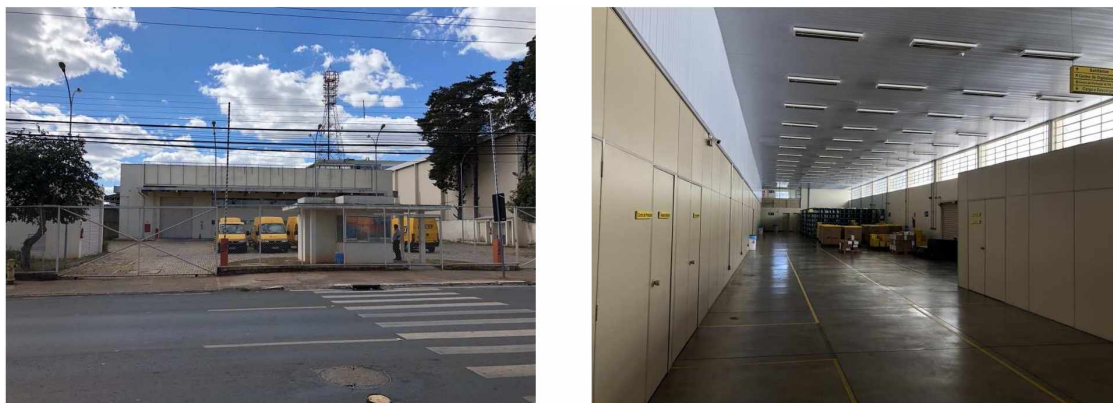


Figura 51 – Imóvel comercial 6 – Fachada e vista interna  
Fonte: Arquivo pessoal

Possui divisórias de madeira internas e ambientes climatizados. O acesso pode ser feito por via arterial, com trânsito intenso e sem controle a caminhões de grande porte. Está situado em área comercial e industrial.

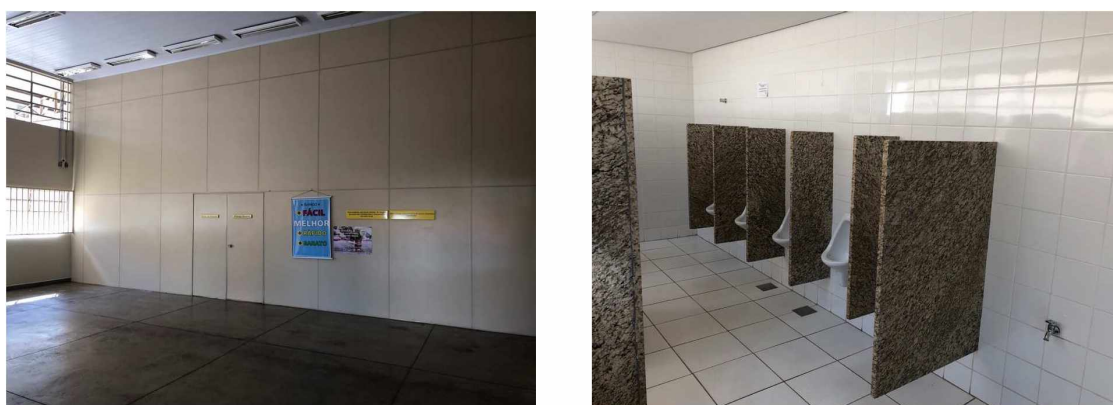


Figura 52 – Imóvel comercial 6 – divisória interna e banheiros  
Fonte: Arquivo pessoal

O galpão foi construído em 1974 e conta com 2.078,7 m<sup>2</sup> de área construída, seguindo os padrões de operação comercial. Em 2012, o imóvel passou por profundo processo de reabilitação, com substituição total dos sistemas de revestimento, pintura, piso, cobertura, forro, esquadrias, instalações hidrossanitárias e elétricas, instalação de novo sistema de condicionamento de ar.

Por conta de suas características, adota-se a nomenclatura GALPÕES (DEPÓSITOS) segundo parâmetros do *Bureau of Internal Revenue*.