



## Modelos para análise quantitativa da Degradação do Ambiente Construído: Biblioteca Central da UnB

Iberê OLIVEIRA<sup>1</sup>, João PANTOJA<sup>2</sup>, Leonardo INOJOSA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Brasília, Brasília, Brasil, iberep@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade de Brasília, Brasil, joaocpantoja@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade de Brasília, Brasília, Brasil, leinojosa@gmail.com

**Resumo:** Com 15.200 metros quadrados, os projetos da Biblioteca Central foram elaborados por arquitetos e engenheiros como José Galbinski e Miguel Pereira, Jodete Rios Sócrates, Walmir Santos Aguiar, Ernesto Walter e a execução da obra de Milton Ramos. A proposta desta pesquisa é analisar modelos que possibilitem quantificar a degradação a partir de vistorias com referências qualitativas. Os dados são proeminentes e alimentam novas discussões técnicas, permitindo calibrar modelos que permitem quantificar a degradação através de fatores qualitativos obtidos em inspeções visuais. O desvio padrão de 4,25% na análise comparativa entre os métodos apresentados demonstram forte aderência dos modelos numéricos em quantificar a degradação observada.

**Busca:** Degradação, inspeção predial, patologia, estado de conservação, ambiente construído.

### 1 Introdução

A conservação dos bens edificados é uma preocupação para diversos centros de pesquisa. Além de auxiliar na previsão de investimento a preocupação com a qualidade do habitat pós ocupação tem sido tema de diversos estudos. Segundo Lund O. (2016) muitas mudanças climáticas ocorrerão, mas apesar disto, espera-se que 80% de nossos prédios ainda estejam em uso no ano de 2050. Com base nisso, é importante acompanhar a degradação dos imóveis e o comportamento simbiótico dos sistemas e elementos construtivos trabalhando em conjunto no ambiente construído em uso.

A busca por modelos numéricos que possibilitem coletar dados através de inspeções visuais, com variáveis qualitativas e viabilizem a análise quantitativa, tem sido busca constante entre os pesquisadores do LabRAC – Laboratório do Ambiente Construído, parte integrante do PPGFAU/UNB. Pesquisadores como Oliveira e Pantoja (2021), Martinatti (2021), Galimi (2021) e Silva, D.S.T. (2022) apresentaram grandes avanços nesta área, refinando os modelos e ampliando o campo de estudo.

Conforme pesquisa apresentada por Cavalcanti N. (2015) a obra da Biblioteca Central da UnB – BCE representa, em desenho arquitetônico apresentado na Figura 1, a visão da arquitetura moderna da capital e o rompimento do conceito de outras bibliotecas. Os projetistas previam a integração da biblioteca com o Departamento de Ciência da Informação e Documentação, ampliando o uso do prédio e integrando o espaço ao uso diário dos alunos como ponto de referência para vida acadêmica e parte paisagística do campus.

As faces Leste e Oeste são inclinadas de concreto e possuem poucas aberturas em sua extensão. Conforme Cavalcanti N. (2015), tanto as grandes placas verticais dos brises parecem pousadas no solo, como as lajes de coroamento do módulo central parecem descansar suavemente sobre estas placas, formando uma composição arquitetônica impar ao cerrado brasileiro.



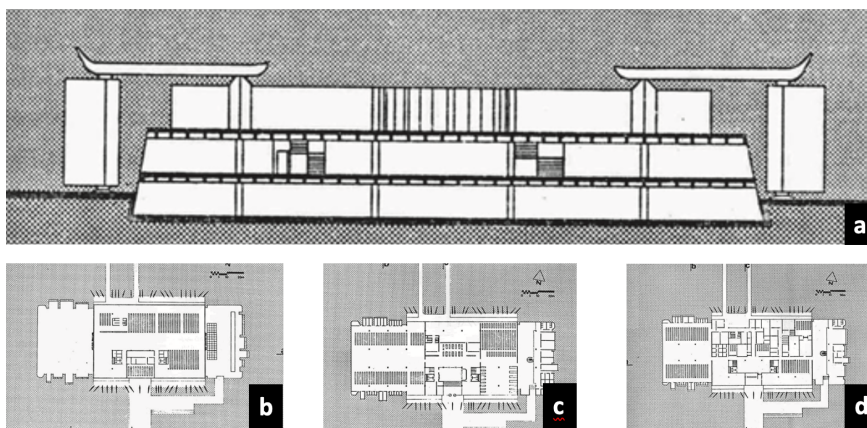
**Figura 1-** Volumetria da DCE. fonte: N. Cavalcanti N. (2015).

Na composição arquitetônica é formada por um grande bloco de concreto aparente com três volumes principais alongados, nota-se a influência de Le Corbusier, arquiteto e urbanista francês pioneiro do movimento moderno na Europa. Essa influência é notada, também, na representação dos panos de concreto e as lajes curvas sobre as faces Norte e Sul vistos no conjunto da Figura 2.



**Figura 2-** Fachada Leste e Norte da BCE. Fonte: Autores

A estrutura em concreto aparente modulada com malha de 12 m x 12 m, destaca a forma do bloco central e os três pavimentos: subsolo, térreo e pavimento superior, demonstrados na Figura 3 . Nas extremidades foram ocupados apenas dois pavimentos interligados por escadas de circulações verticais.



**Figura 3-** a) Corte esquemático; b) Superior; c) Térreo; d) Subsolo. fonte: N. Cavalcanti N. (2015).

Modelos para análise quantitativa da Degradação do Ambiente Construído: BCE

As áreas laterais, que correspondem às extremidades mais baixas, abrigam o acervo geral e grandes espaços de leitura. Os brises das fachadas laterais são grandes placas de concreto armado, fixadas de modo variado demonstrando faces Noroeste e Sudeste dependendo do ponto de vista. Além de permitir o controle iluminação e conforto térmico nas áreas internas, estas placas dão privacidade aos usuários.

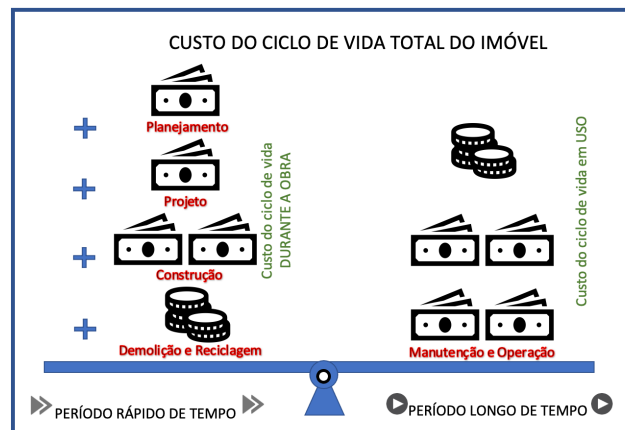
Durante estes cinquenta anos de uso, foram executadas diversas intervenções de manutenção face ao desgaste natural dos materiais ou mesmo fatores externos, como por exemplo: aumento do nível de água do solo, que danificou parte do subsolo. Neste sentido, observar a degradação e seus agentes patológicos durante o ciclo de vida do imóvel são os importantes na inspeção e manutenção da edificação.

Atualmente está previsto uma grande intervenção no sistema de impermeabilização da cobertura, equipamentos de bombeamento da drenagem e sistema de instalações elétricas que receberam menção “reparos importantes” conforme estado de conservação de Heidecke.

### 1 Ciclo de vida total do imóvel

A qualidade total do imóvel em seu ciclo de vida segundo ISO 15686-5:2017, não se restringe apenas a qualidade do material aplicado. Outros fatores também são fundamentais ao avaliar a durabilidade e vida útil do bem. Percebe-se que fatores como qualidade do projeto, qualidade de execução, qualidade do ambiente interior, qualidade do ambiente exterior, características de uso e finalmente o nível de manutenção podem influenciar o processo de degradação que a simples análise da vida útil do elemento construtivo. Este é um processo complexo e amplo, onde a vida útil do imóvel passa a ser observada com um conjunto simbiótico de materiais, condições de exposição e uso, deixando os parâmetros isolados da ciência dos materiais.

Conforme CIB W80 (2004) o estado da arte em gerenciamento financeiro do ambiente construído



pode ser visto esquematicamente na Figura 4. Em suma, os valores investidos no ciclo durante a obra, possuem proporcionalidade quando comparados ao ciclo de vida em uso, alterando somente o período de tempo que este desembolso ocorrerá.

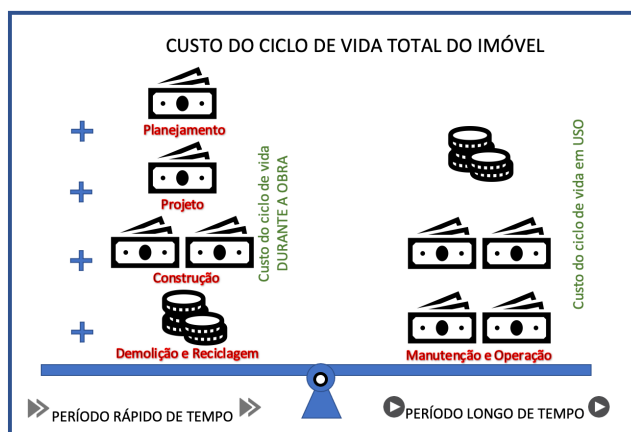


Figura 4- Custo do ciclo de vida total do imóvel.

Fonte: Autores.

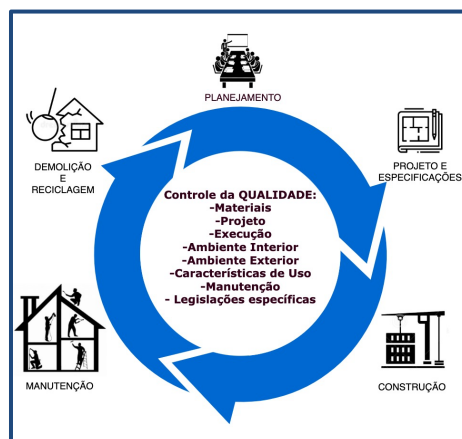


Figura 5 - Gestão do ciclo de vida do imóvel.

Fonte: Autores.

Este é o princípio de análise de degradação do ambiente construído, efetuar boa gestão patrimonial prevendo investimentos, custos de manutenção e operação de forma preventiva, com administração do capital. Conforme apresentado em Oliveira (2018), os níveis de intervenção financeira podem ser alterados de acordo com as características construtivas, desde que tenha a gestão do ciclo de vida total do imóvel, conforme ilustrado na Figura 5 .

É necessário entender o ambiente construído de forma global. Nesta nova perspectiva, é possível perceber que materiais aplicados na construção civil, parte de um sistema construtivo, podem apresentarem-se intactos, mesmo após a vida útil estabelecida pelo fabricante ser ultrapassada. Em muitos casos, sem necessidade de substituição pois não apresentam degradação ou perda de desempenho.

## 2 Inspeção para detecção do processo de degradação

As rotinas das inspeções devem apresentar relatórios com o monitoramento do estado de conservação, registros dos sinais de degradação e breve relato técnico da evolução da manifestação patológica. Apoiando este processo de registros e cadastro das manifestações patológicas que ocasionam a degradação, podem-se alçar mão de normativas como a Norma Holandesa NEM 2767:2017 e a GADH – Grille d'évaluation de la dégradation de l'habitat (ANAH, 2011). O monitoramento requer relatórios coesos com informações técnicas de variáveis como estado de conservação, status atual do elemento indicando e se possível, a extensão dos danos.

### 2.1 Norma Holandesa – NEN 2767

Reconhecida como “Avaliação da degradação” a NEN 2767:2017 é um método indireto que determina a pontuação da degradação através do registro, qualificação e quantificação de anomalias. Martinatti (2021) apresenta ainda que durante a inspeção predial, utilizando a NEM 2767:2017, após vistoriar as anomalias deve-se registrar outros parâmetros como: Importância, Intensidade, Extensão. O processo de avaliação e quantificação da degradação do item segue a Figura 6.

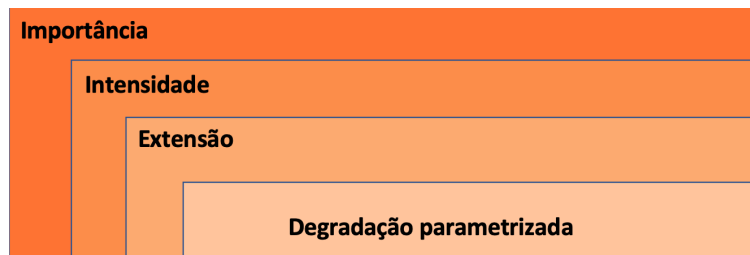


Figura 6 – Processo de avaliação. Fonte: adaptado de Martinatti (2021)

A conjunção destes três dados possibilita quantificar a degradação do sistema construtivo. A Tabela 1 apresenta o conjunto de valores pré-fixados do dano com faixas de extensão afetada.

Tabela 1 – Importância do dano vistoriado. Fonte: Straub (2009) apud Martinatti (2021)

Importância	Intensidade	Extensão				
		<2%	2%-10%	10%-30%	30%-70%	>=70%
LEVE	Baixa	0,17	0,17	0,17	0,17	0,33
	Média	0,17	0,17	0,17	0,33	0,5
	Alta	0,17	0,17	0,33	0,5	0,67
GRAVE	Baixa	0,17	0,17	0,17	0,33	0,5
	Média	0,17	0,17	0,33	0,5	0,67
	Alta	0,17	0,33	0,5	0,67	0,83
CRÍTICO	Baixa	0,17	0,17	0,33	0,5	0,67
	Média	0,17	0,33	0,5	0,67	0,83
	Alta	0,33	0,5	0,67	0,83	1

A classificação final da degradação também possui valores parametrizados como apresenta a Tabela 2, onde é exibida uma escala de seis pontos também parametrizados por Martinatti (2021).

Tabela 2 – Classificação da Condição parametrizada. Fonte: Adaptado Martinatti (2021)

Degradação	Descrição	Exemplos
0,17	Excelente	Elementos e sistemas funcionam sem qualquer interrupção.
0,33	Bom	Elementos e sistemas funcionam sem falhas, com algumas exceções
0,50	Razoável	Pode haver interrupções ocasionais sem afetar o processo comercial
0,67	Ruim	Podem ocorrer interrupções locais no funcionamento do edifício
0,83	Grave	Muitas anomalias (graves) levarão à perda de funcionalidade.
1	Péssimo	Existem constatações máximas de anomalias no edifício

Straub (2009) salienta que o uso mais confiável é atingido após o treinamento da equipe de vistoriadores, utilizando amostras de análises anteriores. Ainda o autor indica para casos mais graves, a utilização medições avançadas dos danos e das degradações, com apoio de tecnologias e sensores aplicados a sistemas inteligentes, analisando ponto a ponto a variação do desempenho.

## 2.2 Grade de Avaliação da Degradação do Habitat (GADH)

Técnicos arquitetos e engenheiros, sob orientação da Agência Nacional de Habitação Francesa – Anah (2011) adotam vistorias visuais de rotina com objetivo obter dados do estado de conservação dos imóveis. O foco destes documentos produzidos é auxiliar na captação de financiamentos para reforma e reabilitação do patrimônio edificado. Para garantir a eficácia nas comunidades com habitações degradadas, a Anah (2011) formatou a ferramenta que permite avaliar o nível de

Modelos para análise quantitativa da Degradação do Ambiente Construído: BCE

degradação de uma habitação ou de um edifício com base em um diagnóstico técnico preliminar, independente do seu tempo de construção.

O cálculo final do diagnóstico técnico permite avaliar a extensão geral dos danos ou disfunções com o valor do indicador de degradação (ID), obtido com base na análise das variáveis: degradação de elementos/sistema principais (DM) e degradação de elementos gerais (DG). A equação 1 representa a fórmula utilizada no cálculo do indicador de degradação (ID) do imóvel.

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

Onde:

DM – Degradação dos elementos principais; DG – Degradação dos elementos gerais.

O valor de ID deve ser comparado com a escala apresentada na Tabela 3, auxiliando na tomada de decisão dos proprietários ou mesmo pela própria Anah.

**Tabela 3** - Valores de referência do Indicador de Degradação (ID). Fonte: adaptado de Anah, (2011)

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

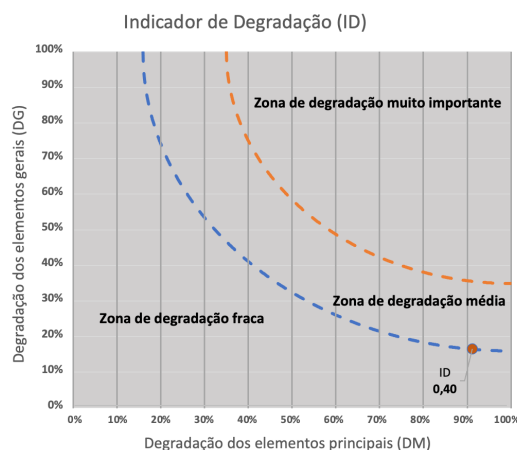
A grade para avaliação da degradação da habitação (GADH) é o relatório com memória de cálculo, facilitando a rastreabilidade dos dados e decisões adotadas pelo vistoriador e a discretização dos sistemas e elementos degradados como pode ser verificado no exemplo da Figura 7.

DESCRITIVO GERAL				Descrição técnica, detalhes dos elementos em falta e características especiais									
Endereço	COMÉRCIO	ano	1960	-Edificação em concreto armado convencional. - Empresa projetizada com processo construtivo padronizado em manuais e guias -Sistema de ar condicionado somente na área de atendimento ao cliente									
Data de Avaliação	27/08/2021	Pav	1										
Avaliador	LabRAC	Tip	CASAS										
ELEMENTOS				CRITÉRIOS A SEREM PREENCHIDOS				NOTAS CALCULADAS					
Principais campos		Detalhes dos elementos a serem avaliados		Elementos Principais que impactam na degradação (EM)		Nota de status	Extensão dos danos	RATEIO dos itens em questão	Número de níveis envolvidos	Classificação de degradação	Valor máximo de referência		
ANÁLISE MACRO DO IMÓVEL	SISTEMAS												
	Estrutura		x		3	25%	0,25	1	0,19	3			
	Alvenaria				2	25%	0	1	0,00	3			
	Revestimento				1	0%	0	1	0,00	3			
	Pintura				2	50%	0,5	1	0,50	3			
	Piso				3	75%	0	1	0,00	3			
	Cobertura		x		2	50%	0,5	1	0,50	3			
	Forro				1	75%	0,75	1	0,56	3			
	Esquadrias				2	25%	0	1	0,00	3			
	Inst Hid		x		3	100%	1	1	3,00	3			
Inst.Ele		x		3	25%	0,25	1	0,19	3				
Ar Cond				3	25%	0,25	1	0,19	3				
Total de			4		2,75				5,13	33			
NOTA DE DEGRADAÇÃO DOS ELEMENTOS PRINCIPAIS (DM)				0,92				NOTA DE DEGRADAÇÃO DOS ELEMENTOS GERAIS (DG)				0,16	
								INDICADOR DE DEGRADAÇÃO (ID)				0,40	

**Figura 7** -Análise da Degradação. Fonte: Autores adaptado da GADH.

O ID do exemplo dado, calculado em 0,40 representa que a amostra está na zona de degradação fraca e deve ser apresentado graficamente conforme Figura 8.

Modelos para análise quantitativa da Degradação do Ambiente Construído: BCE



**Figura 8** – Degradação demonstrado graficamente. Fonte: Autores adaptado da GADH.

As vistorias fornecem os dados fundamentais na elaboração do projeto de recuperação do imóvel e captação de subsídios do mercado financeiro, possibilitando reinserção de imóveis degradados ao mercado imobiliário.

### 2.3 GUTC

A Tabela GUT é uma ferramenta utilizada para escalonar prioridades de ações, neste caso as anomalias e falhas de qualidade edificação no momento da vistoria/inspeção, avaliando a gravidade, urgência e tendência. Metodologia criada por Kepner e Tregoe (1969) e parametrizada no Brasil pro Gomide e colab (2011), auxilia na tomada de decisão por priorização de problemas na construção civil. A gravidade representa o impacto que o dano pode gerar com o tempo. A urgência determina o tempo necessário para reparar o dano. A tendência demonstra o potencial de crescimento do dano. A Tabela 4 apresenta a classificação qualitativa e respectiva pontuação aos critérios de cada elemento da Tabela GUT.

**Tabela 4** - Classificação e pontuação dos critérios da Tabela GUT.

Fonte:(Gomide, Neto and Gullo, 2011)

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

A contribuição complementar à tabela GUT foi apresentada em Oliveira e Pantoja (2018), com a junção da variável estado de conservação (C) tabelada no método de Heidecke conforme Radegaz (2013).

**Tabela 5** - Estado de Conservação - Método de Heidecke. Fonte: adaptado de (RADEGAZ, 2013)

Estado de Conservação	C (%)
-----------------------	-------

Modelos para análise quantitativa da Degradação do Ambiente Construído: BCE

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 a importantes	33,20
g	Reparos importantes	52,60
h	Entre reparos importantes a sem valor	75,20
i	Sem valor	100,00

Com a qualificação visual dos critérios de uma anomalia – Gravidade, Urgência, Tendência e o estado de conservação geral sistema vistoriados, pode-se obter a degradação com apoio da equação 2.

$$GUT_c = \frac{(G + U + T) * (1 + C)}{N_{m\acute{a}x}} \quad \text{Eq (2)}$$

Onde:

G= Peso adotado para a gravidade; U= Peso adotado para a urgência; T= Peso adotado para a tendência;  
C= Estado de conservação de Heidecke; N<sub>máx</sub> = Nível de degradação máximo possível.

A avaliação qualitativa do estado de degradação de acordo com a Tabela GUT e o estado de conservação de Heidecke, oferece a percepção da extensão auxiliando escalar a priorização das ações da equipe de manutenção.

#### 2.4 Método do Fator de Degradação do Sistema (FDGs)

Esta metodologia depende da análise mais aprofundada da edificação inspecionada, exigindo do vistoriador na busca intensa dos documentos e registros da obra. Desenvolvida pela equipe do Laboratório do Ambiente Construído - LabRAC com dados de inspeções prediais em 1576 imóveis, cadastrados entre os anos de 2014 a 2021, com a apoio dos técnicos dos CORREIOS, empresa com processos padronizados de tipologia, projeto, materiais e processo construtivo. Com análise dos custos de obra e projetos executivos, pode-se elaborar a estrutura de custo (Ei) por tipologia construtiva, com exemplo apresentado na

Tabela 6.

**Tabela 6** – Estrutura de Custo (Ei) de acordo com a tipologia da edificação. Fonte: (Oliveira, 2018)

ID	SISTEMA	E <sub>i</sub> - GALPÃO	E <sub>i</sub> - EDIFÍCIO	E <sub>i</sub> - CASAS
1	ESTRUTURA	47,27%	27,00%	25,00%
2	ALVENARIA	5,86%	5,00%	7,00%
3	REVESTIMENTO	1,89%	9,00%	12,00%
4	PINTURA	0,16%	10,00%	8,00%
5	PISO	5,12%	6,00%	10,00%
6	COBERTURA	13,58%	8,00%	9,00%

Modelos para análise quantitativa da Degradação do Ambiente Construído: BCE



7	FORRO	0,61%	6,00%	8,00%
8	ESQUADRIAS	3,01%	9,00%	4,00%
9	INST. HID.	4,20%	5,00%	7,00%
10	INST. ELÉTRICAS	18,37%	7,00%	8,00%
11	AR COND	12,00%	8,00%	2,00%

Com a estrutura de custo levantada, deve-se ir a campo registrar o estado de conservação de Heidecke (C). O Fator de Degradação do sistema (FDGs) pode ser calculado diretamente com a equação 3.

$$FDG_s = E_i * C \quad \text{Eq (3)}$$

Onde:

E<sub>i</sub>= estrutura de custo do sistema;

C= Estado de conservação de Heidecke;

Apesar do árduo trabalho durante a anamnese do processo de coleta registros da obra, a metodologia tem aplicação eficiente, pois pauta sobre dados específicos do imóvel. O fator de degradação global (FDG<sub>k</sub>) do imóvel pode ser obtido pela equação 4.

$$FDG_K = \sum_i^j FD_s \quad \text{Eq (4)}$$

Onde:

FDG<sub>s</sub>= Fator de degradação dos sistema; *i* a *j* = sistemas analisados.

Conforme já explanado, todos estes processos para quantificar a degradação dependem de registros coesos e padronizados, com técnicos engenheiros e arquitetos treinados. Conforme dados do próprio LabRAC, grande parte da dispersão deve-se a falta de acuidade do vistoriador durante a inspeção predial e busca do histórico da edificação.

### 3 Inspeção Predial

No Brasil a Norma de Inspeção Predial - ABNT NBR 16747:2020 é o marco na área de conservação do ambiente construído e na conservação das edificações, possibilitando base para pesquisas e estabelecendo nomenclatura de base para vistorias, classificando as anomalias. Com o advento desta norma, pauta-se a inspeção visual como grande apoio a gestão do ambiente construído. A inspeção visual, possibilita processos eficientes e de custos viáveis ao mercado. O profissional engenheiro ou arquiteto bem treinado é capaz de obter dados de qualidade quanto aos agentes de degradação, como podem ser vistos na Figura 9 .



**Figura 9 .** Análise de infiltrações e ações de chuva dirigida na fachada oeste da BCE. Fonte: LabRAC

Tantas anomalias técnicas, falhas de manutenção, problemas de uso ou desgaste natural são considerados como agentes de degradação, segundo GOMIDE *et all* (2011).

#### 4 Análise comparativa dos modelos

Com buscas ao acervo do CEPLAN e levantamento dos projetos construtivos, foi recomposta a estrutura de custo da edificação ( $E_i$ ), agrupando-os em onze sistemas de maior impacto financeiro durante o ciclo de vida da BCE.

Para comparação dos métodos de cálculo da degradação, foi criada uma correlação entre os modelos, objetivando aferir possíveis dispersões numéricas. Como a curva de Heidecke possui grande permeabilidade no mercado, foi utilizado a variável estado de conservação (C) como ponto de interligação dos cálculos dos modelos numéricos. A vistoria da BCE registrou a inspeção do imóvel conforme Tabela 7, possibilitando a aplicação dos quatro métodos em discussão.

**Tabela 7 –** Registros de campo coletados: FDGs e GUT\_C . Fonte: Autores

SISTEMA	$E_i$	C	Extensão	G	U	T
ESTRUTURA	43,21%	f	25,00%	M	B	B
ALVENARIA	3,01%	b	7,00%	B	N	N
REVESTIMENTO	1,89%	a	12,00%	N	N	N
PINTURA	0,16%	c	8,00%	B	B	N
PISO	5,12%	c	10,00%	B	B	N
COBERTURA	13,41%	g	9,00%	A	M	A
FORRO	0,61%	e	35,00%	M	B	B
ESQUADRIAS	8,27%	c	4,00%	B	N	B
INST. HID.	2,45%	e	7,00%	B	M	B
INST. ELÉTRICAS	9,87%	g	8,00%	T	A	A
EQUIPAMENTOS	12,00%	g	2,00%	M	B	M

Os valores da degradação do imóvel, comparando todos os métodos aplicados pode ser visto de forma consolidada na Tabela 8.

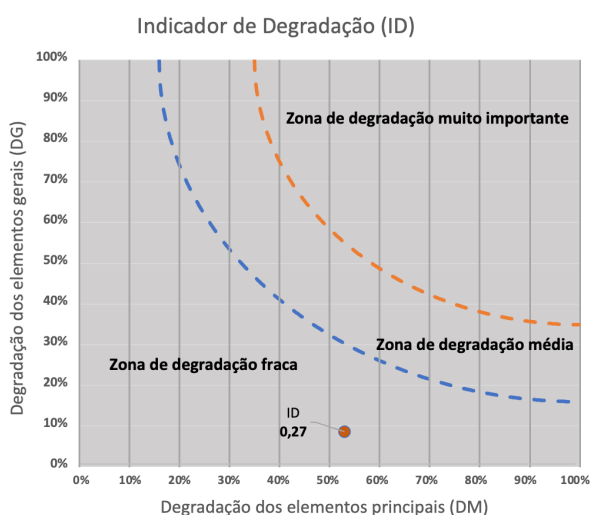
Modelos para análise quantitativa da Degradação do Ambiente Construído: BCE

**Tabela 8** – Registros de campo:GADH. Fonte: Autores

NEM 2767	GADH			GUTC	FD <sub>s</sub>
	Nota de status	Extensão dos danos	RATEIO		
0,67	3	75,00%	0,50	26,64%	14,35%
0,17	2	25,00%	0,00	8,36%	0,01%
0,17	1	0,00%	0,00	5,00%	0,00%
0,33	3	25,00%	0,25	11,96%	0,00%
0,33	3	25,00%	0,25	11,96%	0,13%
0,33	1	75,00%	0,75	55,95%	7,05%
0,67	2	50,00%	0,50	23,62%	0,11%
0,33	3	25,00%	0,25	11,96%	0,21%
0,33	2	50,00%	0,50	23,62%	0,44%
0,33	1	75,00%	0,75	66,13%	5,19%
0,33	1	75,00%	75,00%	38,15%	6,31%
<b>MÉDIA</b>	DM=53,33%	DG=8,02%	<b>ID</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>FD<sub>K</sub></b>
<b>36,00%</b>			<b>27,07%</b>	<b>25,76%</b>	<b>33,81%</b>

Com a utilização da GADH, pode-se perceber, na figura 10, que apesar dos sistemas principais (DM) serem elevados com valor de 53,33%, mantiveram o indicador de degradação (ID) da biblioteca em área de degradação fraca, como pode ser visto na Figura 10. Isto indica que apesar do dano ser significativo, está concentrado em partes do edifício, possibilitando restauro e recuperação do patrimônio. O cálculo da degradação com a NEN2767 representa o maior valor com 36,00%. Em análise comparativa ao processo estabelecido na Norma Holandesa, os valores padronizados não permitem o refinamento dos cálculos pois a escala é pré estabelecida, como demonstrado.

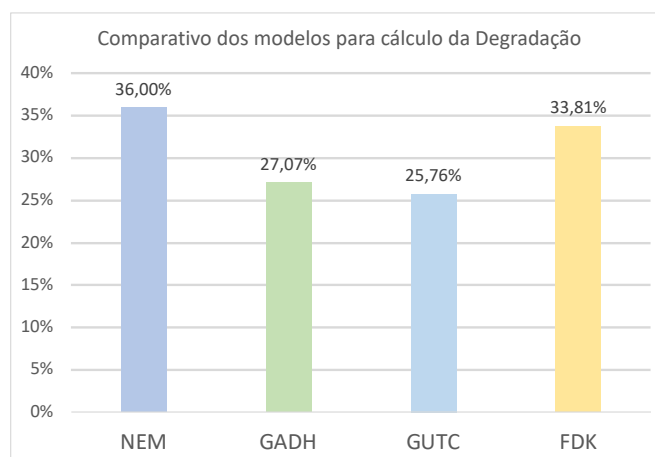
O valor da degradação calculada pelo método da GUTC com 25,76% foi o menor obtido, pois também possui valores pré estabelecidos em escala que não permitem grande discretização, como também ocorrido com a NEN2767.



**Figura 10** . Indicador de Degradação da BCE. Fonte: Autores

Grande parte da precisão dos valores também é obtida pela busca no acervo do imóvel, com histórico do ciclo de vida. Antes de ir a campo coletar os dados visuais é importante a análise documental, dos projetos, as decisões adotadas na obra, os custos investidos para referência dos

materiais e mesmo o acompanhamento do uso e manutenção que estão sendo aplicados. De forma gráfica, o comparativo dos métodos pode ser visto na na Figura 11.



**Figura 11** . Análise comparativa dos modelos de cálculo degradação. Fonte: Autores

Apesar dos valores obtidos, o desvio padrão de 4,25% na análise comparativa, bem como a variância de 0,251% indicam boa aderência entre os modelos, sendo que todos podem ser aplicados dependendo somente da quantidade de informações que o vistoriador possui do imóvel.

## 5 Considerações finais

Modelos numéricos que possibilitem a análise de degradação permitindo a comutação entre variáveis qualitativas e quantitativas são promissores. Os testes aplicados neste artigo utilizando metodologias como NEM2767 (36,00%), GADH (27,07%), GUTC( 25,76%) e FDK (33,81%) comprovam que é possível quantificar a degradação do habitat. Este é um auxílio significativo na gestão do ambiente construído, permitindo escalar os investimentos da manutenção e recuperação dos empreendimentos. O caminho para refinamento dos dados ainda é longo, mas os valores de degradação obtidos pelas quatro metodologias apresentadas nesta pesquisa demonstram que os modelos possuem aderência. Abre-se portanto a nova linha de interesse na inspeção predial e sua eficiência na gestão financeira e conservação do ambiente construído.

## 6 BIBLIOGRAFIA

ABNT NBR-16747:2020. **Inspeção predial — Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, p. 12, 2020.

ANAH. **Grille d'évaluation de la dégradation de l'habitat**. p. 40, 2011. Disponível em: <[http://www.anah.fr/fileadmin/anahmedias/Textes\\_et\\_publications/Guide/Guide\\_Grille\\_Evaluation.pdf](http://www.anah.fr/fileadmin/anahmedias/Textes_et_publications/Guide/Guide_Grille_Evaluation.pdf)>.

GOMIDE, Tito Lívio Ferreira e NETO, Jerônimo Cabral Pereira Fagundes e GULLO, Marco Antonio. **Inspeção Predial Total - diretrizes e laudos no enfoque da qualidade total e da engenharia diagnóstica**. São Paulo-SP: [s.n.], 2011.

KEPNER E TREGOE. **Method of Problem Solving and Decision Making**. Kansas: Kansas State Teachers College of Emporia, 1969, 1969. v. 1.

KONINKLIJK NEDERLANDS NORMALISATIE-INSTITUUT. **NEM 2767 -1+C1- Condition assessment built environment - Part 1: Methodology**. . [S.l: s.n.], 2017

- LUND, Ola Bråten. **Tidligfase i rehabiliteringsprosjekter**. . [S.l: s.n.], [S.d.].
- NEUSA CAVALCANTI. **Ceplan: 50 anos em 5 tempos UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**. . [S.l: s.n.], [S.d.].
- OLIVEIRA, I. **Diretrizes para a Conservação Patrimonial a Partir da avaliação da Depreciação do Ambiente Construído**. 2018. 2018. Disponível em: <<http://scholar.google.com/scholar?hl=en%7B&%7DbtnG=Search%7B&%7Dq=intitle:Universidade+de+Bras%7Bí%7Dlia%7B#%7D9>>.
- OLIVEIRA, Iberê e PANTOJA, João. **Proposta de Análise do Patrimônio Histórico Teatro Nacional Cláudio Santoro-Brasília**. . [S.l: s.n.], [S.d.]. Disponível em: <<http://revistas.icesp.br/index.php/REBEFA>>.
- RADEGAZ, Nasser Júnior. **AVALIAÇÕES DE BENS - Princípios Básicos e Aplicações**. 2. ed. São Paulo-SP: LEUD, 2013.
- SILVA, Ana. **CIB W080**. . [S.l: s.n.], [S.d.].
- SILVA, D.S.T. **Gestão e conservação do patrimônio de Brasília: Um estudo comparativo entre metodologias de inspeção brasileiras e internacionais**. 2022. Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2022.
- STANDARD BRITISH. **BS ISO 15686-5 Buildings and constructed assets - Service life planning - Life cycle costing**. 2017, Reino Unido, UK: [s.n.], 2017.
- STRAUB, Ad. **Dutch standard for condition assessment of buildings**. *Structural Survey*, v. 27, n. 1, p. 23–35, 1 Jan 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/02630800910941665>>.