



IBAPE NACIONAL
Instituto Brasileiro de Avaliações
e Perícias de Engenharia



IBAPE BAHIA
Instituto Brasileiro de
Avaliações e Perícias de
Engenharia da Bahia

Proposta de Método de Depreciação Baseado na Norma Brasileira de Desempenho (NBR 15.575:2013): Estudo em Avaliações de Benfeitorias pelo Método de Quantificação de Custo

**André Montenegro Duarte; Ana Beatriz
Galende; Eduardo Cerquinho de Oliveira
Sobrinho; João Gabriel Carriço de Lima
Montenegro Duarte; Sandra Suely
Monteiro Puget**



O conteúdo dos trabalhos técnicos apresentados no COBREAP é de inteira responsabilidade de seus autores.

PROPOSTA DE MÉTODO DE DEPRECIÇÃO BASEADO NA NORMA BRASILEIRA DE DESEMPENHO (NBR 15.575:2013): ESTUDO EM AVALIAÇÕES DE BENFEITORIAS PELO MÉTODO DE QUANTIFICAÇÃO DE CUSTO

RESUMO: A depreciação física de imóveis tem várias causas, sendo o tempo e o envelhecimento as naturais e inevitáveis, mas também o uso, adequado ou não, e a manutenção, existente ou não. A mensuração da depreciação é relevante na avaliação destes bens para inúmeros fins. Este trabalho consistiu na aplicação de um novo método que calcula a depreciação de imóveis baseado na norma de desempenho NBR 15.575. Foi adotado estudo de caso em quatro edificações, nas quais foram realizados levantamento e inspeção visual/táctil/fotográfica para se avaliar detalhadamente os cinco sistemas estabelecidos pela NBR 15.575 — estruturas, piso, vedações, cobertura e instalações hidrossanitárias. As depreciações e os valores de reedição destes quatro prédios foram calculados de duas maneiras: adotando-se o método de Ross-Heidecke, consagrado pela literatura e pelos profissionais de engenharia de avaliações, e adotando-se o novo método proposto. Constatou-se que, na maioria dos casos, as depreciações foram convergentes, mas há situações em que ocorrem significativas divergências, oscilando entre 3,26% e 540,26%. O novo método mostrou-se exequível ao reduzir significativamente a influência do tempo em si, pois enfatiza as condições e características construtivas, e, principalmente, ao minimizar a subjetividade, o que, provavelmente, tende a produzir valores mais assertivos e realistas.

PALAVRAS-CHAVE: *Avaliação de imóveis; Depreciação; Norma de Desempenho*

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Norma de Avaliação de Bens NBR 14653-1 (ABNT, 2019, p. 16), “a Depreciação é a perda de valor de um bem, devido à modificação em seu estado ou qualidade”, podendo esta perda ser originada por quatro causas:

- i. **Decrepitude:** desgaste de suas partes constitutivas, em consequência de seu envelhecimento natural, em condições normais de utilização e manutenção;
- ii. **Deterioração:** desgaste de seus componentes em razão de uso ou manutenção inadequados;
- iii. **Mutilação:** retirada de sistemas ou componentes originalmente existentes;
- iv. **Obsolescência:** superação tecnológica ou funcional.

A Figura 1, a seguir, ilustra de maneira simples e direta o conceito:

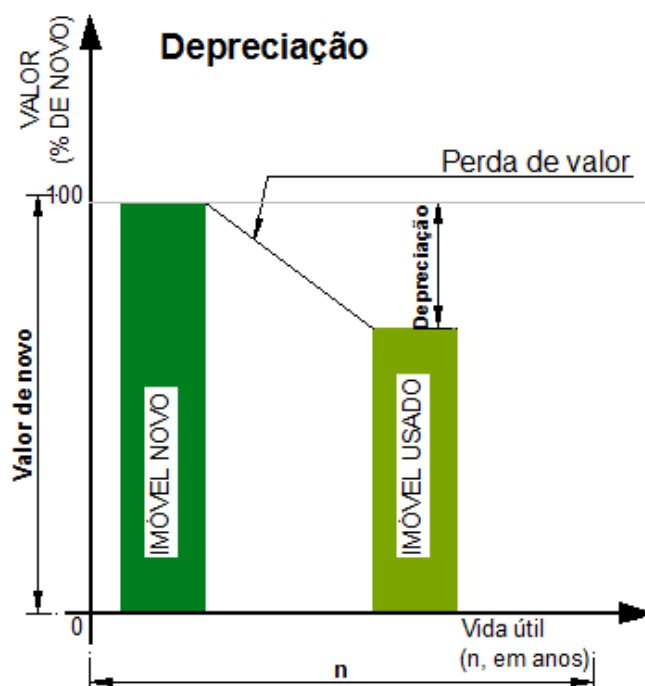


Figura 1 - Conceito de Depreciação. Fonte: Galende (2018)

Existem diversas finalidades para um trabalho ou estudo avaliatório, logo, o valor pode ser estimado, calculado ou apropriado de várias formas, inclusive porque existem também vários deles: de desmonte, de liquidação forçada, de mercado, econômico, depreciável, de indenização, em risco, especial, patrimonial, residual e sinérgico (ABNT, 2019, p. 19-20).

O cálculo da depreciação se faz necessário e é muito importante quando se objetiva estimar alguns destes valores, como, por exemplo, o valor patrimonial ou o depreciável e, para tal, devem ser utilizadas metodologias adequadas e compatíveis para cada situação e para cada objetivo, tanto para calculá-la (a depreciação) quanto para calcular o valor em si, o qual tem parte de sua grandeza ou mensuração quantitativa, em maior ou menor intensidade, influenciada/impactada pelo resultado do cálculo da depreciação, que, como já exposto, conceitualmente é a perda do valor.

A literatura técnica e as práticas de engenharia de avaliações disponibilizam vários métodos para o cálculo da depreciação, mas, nestes métodos, ou há reducionismo e objetividade extrema, quando se considera apenas o tempo, ou há generalização e subjetividade intensa quando, além do tempo, trabalha-se com o percentual de vida útil e “estado geral de conservação”.

Este trabalho tem como objetivos desenvolver e aplicar uma nova metodologia de cálculo da depreciação de benfeitorias do tipo edificações, metodologia esta pautada em critérios específicos considerando os cinco sistemas previstos na NBR 15.575/2013 da ABNT (Norma de Desempenho): Estrutura; Piso; Vedações; Cobertura e Instalações Hidrossanitárias.

Esta nova metodologia busca ser, simultaneamente, objetiva e não reducionista, ou seja, tenta minimizar a subjetividade ao tratar com detalhamentos quantitativos e qualitativos as não conformidades, defeitos e desgastes constatados em cada um dos cinco sistemas e ponderar o conjunto destas não conformidades e a idade (tempo), da qual a depreciação é indissociável.

Os resultados da depreciação calculada pela metodologia proposta foram comparados aos obtidos quando da utilização do método de Ross-Heidecke, consagrado, acreditado e recorrentemente utilizado pelos profissionais de engenharia de avaliações, para verificar a consistência e assertividade do método ora proposto.

2. MÉTODOS DE DEPRECIAÇÃO

A Depreciação de um imóvel é, em grande parte, natural, ocorrendo em todos os elementos que compõem uma construção. Todos os materiais utilizados para construir edifícios sofrem decrepitude ao longo do tempo, além de serem passíveis de deterioração, mutilação e mesmo obsolescência, que não é, necessariamente, uma questão física, de desgaste, mas sim uma defasagem tecnológica ou funcional. A depreciação será em maior ou menor grau dependente das condições a que o imóvel estará exposto e do tipo e periodicidade das manutenções. “Ainda, a deterioração de construção resultará, inevitavelmente, em maior perda econômica, mais resíduos ambientais e condições de vida social mais pobres” (YIU, 2007, p.98).

A literatura técnica disponibiliza inúmeros métodos que buscam quantificar a depreciação. Sistematizando ABUNAHMAN (2008), SILVA (2013), PEREIRA (2013) e BENVENHO (2013), a seguir são elencados os mais importantes:

1. Linha Reta;
2. Linha reta Variante;
3. Valor Decrescente;
4. Depreciação Linear;
5. Hélio de Caíres;
6. Depreciação Exponencial – Kuentzle (parábola);
7. Ross;
8. Heidecke;
9. Ross–Heidecke.

A aplicabilidade ou uso mais adequado de cada um destes métodos é muito variado, sendo, por exemplo, Linha Reta e Depreciação Linear mais aplicados por profissionais do setor contábil, Kuentzle por órgãos de controle do Estado (por exemplo, o Tribunal de Contas da União) e o Ross-Heidecke pelos engenheiros de avaliação quando se utilizam do método de custo de reprodução para avaliar benfeitorias.

Em 2013, após mais de 30 anos de estudos e discussões, foi publicada a Norma de Desempenho de Edificações (NBR 15.572/2013), importante marco no setor da construção civil.

De acordo com a NBR 15.575 (ABNT, 2013), o desempenho de uma edificação pode ser definido como seus sistemas se comportam em uso, estabelecendo, para tal, cinco deles: Estrutura; Piso; Vedações; Cobertura e Instalações Hidrossanitárias.

A Norma de Desempenho analisa e estuda o uso de uma edificação de maneira objetiva e, ao tratar do desempenho, implícita e explicitamente, possui grande inter-relação com a questão da depreciação, principalmente no seu aspecto físico, ou seja, na decrepitude, deterioração e mutilação.

Esta Norma não se aplique a obras em andamento nem as concluídas antes da norma ter entrado em vigor (2013), mas ela serve ou pode servir de balizamento para análise das edificações anteriores a 2013 e, embora não apresente e nem mesmo tem o objetivo de tratar a questão do Valor (avaliação) da depreciação em si, ou seja, de precificá-la, pode servir para balizar isso também.

Os métodos para quantificar a depreciação (perda de valor), anteriormente citados, apresentam abordagens mais ou menos generalizadas, muitas vezes podendo gerar resultados quantitativos imprecisos e não compatíveis com a realidade factual, inclusive por não diferenciarem o que, de fato, é diferente, especialmente os elementos construtivos. Talvez seja necessário calcular o valor da depreciação com mais detalhamento e menos generalização, pelo menos no tocante às questões construtivas, já que uma edificação é composta por diversos elementos (como os cinco previstos na NBR 15.575/2013, além de outros), cujas vidas úteis e os estados de conservação diferem entre si. O estabelecimento reducionista e restritivo de um “estado geral de conservação”, muitas vezes realizado de maneira altamente subjetiva e até mesmo demasiadamente simplista (não necessariamente simplificada), em algo tão complexo talvez não seja a forma mais adequada e tecnicamente correta de valorar e precificar a depreciação.

Já com esta percepção, trabalhos recentes têm buscado introduzir os conceitos e as premissas da NBR 15.575/2013 (Norma de Desempenho) no cálculo do valor da depreciação de imóveis. GALENDE (2018) realizou estudo profundo introduzindo os cinco elementos construtivos para o cálculo da depreciação em quatro edificações, comparando os resultados obtidos com esta nova abordagem com os resultantes de métodos clássicos, constando significativas variações. SILVEIRA e CARDOSO (2019) propuseram calcular a depreciação física de benfeitorias baseados na vida útil dos diversos sistemas ou elementos que compõem as edificações, ponderando o cálculo pelo peso relativo de cada sistema ou elemento no custo global da benfeitoria.

O presente artigo busca ser mais uma singela contribuição neste sentido, propondo que seja tratado detalhadamente cada elemento do sistema construtivo previsto na NBR 15.575/2013, razão pela qual utilizou-se a abordagem analítica proposta por GALENDE (2018) para valorar ou precificar a depreciação de edificações e aplicar no Método de Quantificação de Custo estabelecido pela NBR 14.653 (ABNT, 2019 e 2011, partes 1 e 2).

3. MÉTODO PARA CÁLCULO DE DEPRECIÇÃO

Considerando as premissas e diretrizes estabelecidas na NBR 15.575/2013, contempla os cinco sistemas:

- i. Estrutura;
- ii. Piso;
- iii. Vedações;
- iv. Cobertura;
- v. Instalações Hidrossanitárias.

As premissas do método ora proposto levam em consideração os seguintes fatores para o cálculo da Depreciação: F1- Fator Idade; F2 – Fator Número de Não conformidades; F3 – Fator Intensidade das Não conformidades; e F4 – Fator Simetria das Não conformidades nos diferentes sistemas.

Esses fatores foram definidos porque são intrínsecos à depreciação física (decrepitude, deterioração e mutilação), sendo a influência do tempo (idade) definida por F1, do aspecto quantitativo por F2, do aspecto Qualitativo por F3 e, por último, um ajuste ou balanceamento referente ao Equilíbrio/Desequilíbrio entre os primeiros fatores, realizado por F4. Este último Fator aplica-se quando há muita heterogeneidade entre os demais Fatores nos distintos sistemas, majorando a depreciação física, pois identifica, se houver, que o todo da edificação está muito desequilibrado em suas partes (sistemas).

Os Fatores 1, 2 e 3 são normalizados, ou seja, variam entre 0,0 e 1,0, e o Fator 4, por ser um componente de majoração, varia entre 1,00 (sem mudanças) e 1,50 (50% de acréscimo).

A depreciação (D) pode ser calculada pela Fórmula 1:

$$D = \left\{ \left[\sqrt[3]{(1 + F_1) \cdot (1 + F_2) \cdot (1 + F_3)} \right] - 1 \right\} \cdot F_4$$

Fórmula 1 – Cálculo da depreciação

Os detalhes para calcular e utilizar cada um dos Fatores para aplicá-los na Fórmula 1 encontram-se no Anexo deste artigo.

4. ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DO MÉTODO

O método ora proposto foi aplicado no cálculo do valor de quatro prédios (edificações) avaliadas pelo Método de Quantificação de Custo. Estas benfeitorias

possuem idades, características construtivas, condições de uso e manutenção muito distintos entre si.

As Figura 2 a 5, a seguir, apresentam as edificações trabalhadas neste estudo.



Figura 2 - Edifício 1. Fonte: Galende (2018).



Figura 3: Edifício 2. Fonte: Galende (2018).



Figura 4 - Edifício 3. Fonte: Galende (2018).



Figura 5 - Edifício 4. Fonte: Galende (2018).

O custo de reedição foi apropriado pelos cálculos do custo de reprodução por meio do custo unitário básico (CUB - SINDUSCON) e da depreciação, sendo o cálculo desta última realizado de duas maneiras: (1ª) pelo método de Ross-Heidecke e (2ª) por meio da metodologia proposta por GALENDE (2018).

As Tabelas 1 a 4, a seguir, apresentam as principais características construtivas de cada edificação estudada, os dados e parâmetros considerados, além dos valores calculados pelo **Método de Ross-Heidecke**.

1ª MANEIRA: MÉTODO ROSS-HEIDECKE		
Edifício 1		
Características predominantes	Dados e Parâmetros Técnicos e Analíticos	Valores
1. Sistema estrutural modular em concreto armado;	Área Construída: 2.720,83 m ²	Custo de Reprodução: R\$ 3.994.396,11
2. Fechamentos em alvenaria;	Idade Real: 39 anos	
3. Divisórias internas em Divilux e compensado;	Idade Aparente: 25 anos	Depreciação por Ross-Heidecke: R\$ 3.116.028,40 (78,01%)
4. Esquadrias em madeira de lei;	Vida Útil: 60 anos	
5. Cobertura em telhas de Fibrocimento.	Estado de Conservação: Necessitando de Reparos Importantes	Custo de Reedição: R\$ 878.367,7
	CUB: R\$ 1.468,08/m ²	

Tabela 1: Cálculo pelo Método Ross-Heidecke - Edifício 1

1ª MANEIRA: MÉTODO ROSS-HEIDECKE		
Edifício 2		
Características predominantes	Dados e Parâmetros Técnicos e Analíticos	Valores
1. Sistema estrutural em concreto armado;	Área Construída: 2.028,00 m ²	Custo de Reprodução: R\$ 2.977.266,24
2. Fechamentos em alvenaria;	Idade Real: 20 anos	
3. Divisórias em Divilux e PVC;	Idade Aparente: 15 anos	Depreciação por Ross-Heidecke: R\$ 1.879.548,18 (63,13%)
4. Esquadrias em madeira e alumínio;	Vida Útil: 60 anos	
5. Cobertura em telhas de barro (cerâmica).	Estado de Conservação: Necessitando de Reparos Importantes	Custo de Reedição: R\$ 1.097.718,06
	CUB: R\$ 1.468,08/m ²	

Tabela 2: Cálculo pelo Método Ross-Heidecke - Edifício 2

1ª MANEIRA: MÉTODO ROSS-HEIDECKE		
Edifício 3		
Características predominantes	Dados e Parâmetros Técnicos e Analíticos	Valores
1. Sistema estrutural em concreto armado;	Área Construída: 2.510,22 m ²	Custo de Reprodução: R\$ 4.627.640,77
2. Vedações em alvenaria, rebocada e pintada;	Idade Real: 15 anos	
3. Divisórias internas em Divilux e compensado;	Idade Aparente: 8 anos	Depreciação por Ross-Heidecke: R\$ 2.019.039,67 (43,63%)
4. Esquadrias da fachada em alumínio anodizado e vidro liso;	Vida Útil: 60 anos	
5. Cobertura composta por estrutura e telha metálica;	Estado de Conservação: Bom	Custo de Reedição: R\$ 2.608.601,1
6. Destaque para painéis em pele de vidro.	CUB: R\$ 1.843,52/m ²	

Tabela 3: Cálculo pelo Método Ross-Heidecke - Edifício 3

1ª MANEIRA: MÉTODO ROSS-HEIDECKE		
Edifício 4		
Características predominantes	Dados e Parâmetros Técnicos e Analíticos	Valores
1. Sistema estrutural em concreto armado;	Área Construída: 720,00 m ²	Custo de Reprodução: R\$ 1.124.776,8
2. Fechamentos em alvenaria;	Idade Real: 4 anos	
3. Divisórias em gesso acartonado;	Idade Aparente: 4 anos	Depreciação por Ross-Heidecke: R\$ 43.303,91 (3,85%)
4. Esquadrias em vidro temperado;	Vida Útil: 60 anos	
5. Cobertura em telhas metálicas.	Estado de Conservação: Bom	Custo de Reedição: R\$ 1.081.472,89
	CUB: R\$ 1.562,19/m ²	

Tabela 4: Cálculo pelo Método Ross-Heidecke - Edifício 4

Aplicando-se o método pautado na NBR 15.757/2013, portanto a 2ª maneira de cálculo, são obtidos os resultados sintetizados nas Tabelas 5 a 8.

2ª MANEIRA: MÉTODO CONFORME A NBR 15.575/2013		
Edificação 1		
Fator	Cálculo	Valor Utilizado
F1	65,00%	0,75
F2	104	0,606
F3	0,66	0,7
F4	A	1
Depreciação Final (D)	0,6853 ou 68,53%	R\$ 2.737.359,65
Custo de Reprodução		R\$ 3.994.396,11
Custo de Reedição		R\$ 1.257.036,45

Tabela 5: Cálculo pelo Método conforme a NBR 15.575/2013 - Edifício 1

2ª MANEIRA: MÉTODO CONFORME A NBR 15.575/2013		
Edificação 2		
Fator	Cálculo	Valor Utilizado
F1	33,33%	0,42
F2	58	0,4
F3	0,59	0,6
F4	C	1,5
Depreciação Final (D)	0,7060 ou 70,60%	R\$ 2.101.949,97
Custo de Reprodução		R\$ 2.977.266,24
Custo de Reedição		R\$ 875.316,27

Tabela 6: Cálculo pelo Método conforme a NBR 15.575/2013 - Edifício 2

2ª MANEIRA: MÉTODO CONFORME A NBR 15.575/2013		
Edificação 3		
Fator	Cálculo	Valor Utilizado
F1	25,00%	0,34
F2	39	0,3
F3	0,19	0,2
F4	C	1,5
Depreciação Final (D)	0,4179 ou 41,79%	R\$ 1.933.891,08
Custo de Reprodução		R\$ 4.627.640,77
Custo de Reedição		R\$ 2.693.749,69

Tabela 7: Cálculo pelo Método conforme a NBR 15.575/2013 - Edifício 3

2ª MANEIRA: MÉTODO CONFORME A NBR 15.575/2013		
Edificação 4		
Fator	Cálculo	Valor Utilizado
F1	6,67%	0,1
F2	28	0,3
F3	0,16	0,2
F4	B	1,25
Depreciação Final (D)	0,2465 ou 24,65%	R\$ 277.257,48
Custo de Reprodução		R\$ 1.124.776,80
Custo de Reedição		R\$ 847.519,32

Tabela 8: Cálculo pelo Método conforme a NBR 15.575/2013 - Edifício 4

QUADRO-RESUMO DOS RESULTADOS				
Métodos	Prédio 1	Prédio 2	Prédio 3	Prédio 4
	(39 anos)	(20 anos)	(15 anos)	(4 anos)
Ross-Heidecke (% de Depreciação)	78,01	63,13	43,63	3,85
NBR 15.575: 2013 (% de Depreciação)	68,53	70,6	41,79	24,65
Ross-Heidecke (Custo de Reedição - R\$)	878.367,70	1.097.718,06	2.608.601,10	1.081.472,89
NBR 15.575/2013 (Custo de Reedição - R\$)	1.257.036,45	875.316,27	2.693.749,69	847.519,32
VARIAÇÕES	Prédio 1	Prédio 2	Prédio 3	Prédio 4
	(39 anos)	(20 anos)	(15 anos)	(4 anos)
Entre os Valores da Depreciação (em %)	-12,15	11,83	-4,21	540,26
Entre os Custos de Reedição (em %)	43,11	-20,26	3,26	-21,63

Tabela 9: Quadro-resumo dos resultados obtidos

A partir dos resultados, resumidos na Tabela 9, realizou-se a análise das variações, convergências e divergências, entre os diversos valores obtidos, e constatou-se que:

- i. A idade do imóvel tem sempre grande influência sobre os resultados finais tanto da depreciação quanto dos valores das benfeitorias, mas esta influência é muito mais determinante quando aplicado o Método de Ross-Heidecke do que no baseado na NBR 15.575/2013;
- ii. Considerando-se a mesma idade e variando-se os métodos, alguns valores obtidos são significativamente divergentes;
- iii. O método proposto, baseado na NBR 15.575/2013, mostrou-se compatível com o de Ross-Heidecke em quase todos os casos, excetuando-se no Edifício 4,

que é muito novo, com apenas 4 anos de idade, quando ao realizar o enquadramento na tabela Ross-Heidecke, que caracterizou-se o estado do prédio, de maneira genérica, com alto grau de subjetividade, não considerando aspectos específicos dos sistemas, como no método desenvolvido, podendo ocorrer equívocos quanto ao estado real que se encontra a edificação, o que foi o caso em questão.

5. CONCLUSÕES

A depreciação de bens imóveis com o passar do tempo é um fato inconteste, sendo muito importante sua correta mensuração, precificação, apropriação ou caracterização quantitativa em inúmeras situações, como: justiça fiscal (tributação), planejamento de manutenção (gestão), garantia de financiamento (empréstimos), controle contábil (patrimônio de instituições e empresas), mas essa quantificação ou avaliação é muito difícil e, geralmente, sujeita a grande grau de subjetividade.

Há diferentes metodologias para seu cálculo, as quais devem ser aplicadas com cautela e coerência em cada caso, pois estas metodologias, embora amplamente utilizadas e mesmo consagradas, são, via de regra, eivadas de subjetividade e generalizações que podem levar a resultados equivocados ou incompatíveis com as condições fáticas dos imóveis.

A metodologia para cálculo do valor da depreciação proposta por GALENDE (2018), baseada na NBR 15.575/2013 da ABNT, utilizada no presente trabalho, mostrou-se exequível e bastante confiável para ser introduzida como uma maneira mais detalhada e técnica de se mensurar a depreciação ao se adotar o método de quantificação de custo para avaliar benfeitorias, previsto na NBR 14653, pois minimiza significativamente a generalização geralmente adotada nos métodos clássicos, principalmente no de Ross-Heidecke, já que procede a análise dos sistemas construtivos em suas especificidades, trabalhando as não conformidades tanto quantitativa quanto qualitativamente, sendo bem menos subjetiva e, provavelmente, por isso, muito mais assertiva.

6. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.653-1/2019:** Avaliação de bens - parte 1: Procedimentos gerais. Rio de Janeiro: 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.653-2/2011:** Avaliação de bens - parte 2: Imóveis Urbanos. Rio de Janeiro: 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575/2013:** Edificações Habitacionais — Desempenho, partes 1-6. Rio de Janeiro: 2013.

ABUNAHMAN, SÉRGIO ANTÔNIO. Curso Básico de Engenharia Legal e de Avaliações, 4ª Edição. Rev e Ampli – 2008, São Paulo.

BENVENHO, Agnaldo Calvi. SABINO, Alexandre Gustavo. **Proposta de uso conjunto do método de Caíres e Ross-Heidecke de modo a complementar e aprimorar a metodologia tradicional de avaliação de máquinas e equipamentos.** Anais do XVII COBREAP – IBAPE/SC – 2013.

BENVENHO, Agnaldo Calvi. **Estimativa de Depreciação de bens através do emprego de dados de mercado usados e aplicação de transformações de Box-Cox.** Anais do XVII COBREAP, Florianópolis, 2013.

GALENDE, Ana Beatriz Fernandes. **Depreciação e obsolescência em edificações com base na norma de desempenho NBR 15575/2013: estudo em uma instituição de ensino.** 2018. 234 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2018.

PEREIRA, ANTÔNIO. **Avaliação Imobiliária e a sua relação com a Depreciação dos Edifícios.** 2013. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto.

SILVA, Athos Ubirajara da Frota. **Avaliação de máquinas e equipamentos – Uma abordagem pelos métodos da depreciação e comparativo.** Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - 5ª Edição nº 005 Vol.01/2013 – julho/2013.

SILVEIRA, Felipe Lopes. CARDOSO, Ana Carolina Saraiva. **Estudo do cálculo da depreciação de benfeitorias a luz da Norma Brasileira de Desempenho (ABNT NBR 15.575:2013).** Revista Técnica IBAPE-MG. 5ª Edição. Belo Horizonte, março/2019.

YIU, Chung Yim. **Building depreciation and sustainable development.** Journal of building appraisal. V. 3, n. 2, p.98, Abr., 2007.

ANEXO: Detalhamento do Método para cálculo da Depreciação baseado na NBR 15.575:2013 (GALENDE, 2018).

1. Fator Idade – F₁:

$$F_1 = F_{1A} + F_{1B}, \text{ sendo:}$$

1.1. F_{1A}:

Para encontrar o valor de F_{1A}, deve-se calcular a razão entre a Idade Real pela Vida Útil pela fórmula abaixo e, a partir do valor encontrado, consultar a Tabela 10 para verificar o valor correspondente ao intervalo do resultado dessa razão.

$$\frac{x}{n}, \text{ sendo:}$$

x = idade real;

n = vida útil.

FATOR IDADE: F _{1A}		
FAIXA	INTERVALO DE x/n	F _{1A}
A	1 - 10	0,1
B	11 - 20	0,2
C	21 - 30	0,3
D	31 - 40	0,4
E	41 - 50	0,5
F	51 - 60	0,6
G	61 - 70	0,7
H	71 - 80	0,8
I	81 - 90	0,9
J	91 - 100	1

Tabela 10: Fator Idade

1.2. F_{1B}:

Para encontrar o valor de F_{1B}, deve-se calcular pela fórmula abaixo:

$$F_{1B} = \frac{\left(\left(\frac{x}{n} \right) \cdot 100 - Z_1 \right) \cdot Y_1}{Y_2}, \text{ sendo:}$$

x = idade real;

n = vida útil;

Z₁ = Menor valor do intervalo em que o valor calculado (x/n) se encontra na Tabela 10;

Y₁ = valor do intervalo entre os valores de F_{1A} indicados na Tabela 10, que é igual a 0,1;

Y₂ = valor da diferença entre o maior e o menor valor de cada faixa, que é igual a 9.

Como os valores de Y1 e Y2 são conhecidos, pode-se considerar a fórmula final para o cálculo de F_{1B} a seguinte:

$$F_{1B} = \left(\left(\frac{x}{n} \right) \cdot 100 - Z1 \right) \cdot 0,011$$

2. Fator Número de não conformidades – F₂:

$$F2 = F2A + F2B, \text{ sendo:}$$

2.1. F_{2A}:

Para encontrar o valor referente a F_{2A}, deve-se verificar o número de não conformidades existentes, em seguida verificar, na Tabela 11, o intervalo no qual o valor total das não conformidades está inserido.

Cada faixa corresponde ao número total de não conformidades observados, ressaltando o limite estabelecido para cada sistema, conforme descrito na observação da Tabela 11.

FATOR NÃO CONFORMIDADES: F _{2A}			
FAIXA	INTERVALO	F _{2A}	OBSERVAÇÃO
A	0 - 5	0,1	No máximo 1 para cada sistema.
B	6 - 20	0,2	No máximo 4 para cada sistema.
C	21 - 40	0,3	No máximo 8 para cada sistema.
D	41 - 60	0,4	No máximo 12 para cada sistema.
E	61 - 100	0,5	No máximo 20 para cada sistema.
F	101 - 150	0,6	No máximo 30 para cada sistema.
G	151 - 200	0,7	No máximo 40 para cada sistema.
H	201 - 250	0,8	No máximo 50 para cada sistema.
I	251 - 300	0,9	No máximo 60 para cada sistema.
J	301 -	1	

Tabela 11: Fator não conformidades

2.2. F_{2B}:

Para encontrar o valor de F_{2B}, deve-se calculá-lo pela FÓRMULA

$$F_{2B} = \frac{(NC_{total} - W) \cdot Y_1}{T}, \text{ sendo:}$$

NC_{total} = Numero total de não conformidades;

W = Menor valor do intervalo da Tabela 11, referente ao valor encontrado a partir de F_{2A};

T = Diferença entre o menor e maior valor dos intervalos encontrados na Tabela 11.

3. Fator Intensidade das criticidades encontradas – F₃

$$F_3 = F_{3A} + F_{3B}, \text{ sendo:}$$

3.1. F_{3A}:

Deve-se encontrar este valor a partir do cálculo da razão entre a somatória dos valores das escalas pela somatória dos valores totais de não conformidades, sendo cada sistema multiplicado por 10.

\sum escalas: Deve-se consultar a Tabela 12, correspondente a cada prédio, e realizar a somatória das escalas, referentes a cada sistema.

$\sum NC * 10$: O valor total de não conformidades encontrados em cada sistema deverá ser multiplicado por 10 e em seguida realiza-se a somatória destes resultados.

$$\frac{\sum \text{escalas}}{(\sum NC * 10)}$$

Com isso, o valor encontrado é relacionado na Tabela 12, de acordo com o intervalo ao qual está inserido, e em seguida encontra-se o valor correspondente a F_{3A}.

NÃO CONFORMIDADES									
Sistemas	N.C.	Criticidade							Escalas
		Mín.	% Min.	Méd.	% Méd.	Máx.	% Máx.	% Total	
Estrutura	A	1	2	3	4	5	6	7	8
Paredes e Painéis	B								
Cobertura	C								
Pisos	D								
Instalações Hidrossanitárias	E								
Total	9	10		11		12		Somatória das escalas (\sum escalas)	
		Somatória das não conformidades ($\sum NC$)							
N.C.= Total de Não conformidades detectadas em cada sistema.									
ESCALAS									
Criticidade	Mínimo								1
	Médio								5
	Máximo								10

Tabela 12: Não conformidades

Sendo:

1. Total de não conformidades de intensidade mínima detectadas em cada sistema;
2. % do total de não conformidades de intensidade mínima detectadas em cada sistema;
3. Total de não conformidades de intensidade média detectadas em cada sistema;
4. % do total de não conformidades de intensidade média detectadas em cada sistema;

5. Total de não conformidades de intensidade máxima detectadas em cada sistema;
6. % do total de não conformidades de intensidade máxima detectadas em cada sistema;
7. Somatória das porcentagens – mínima, média e máxima - de cada sistema;
8. Somatória dos produtos das não conformidades referentes a cada nível de intensidade – mínimo, médio e máximo - pela escala correspondente. Considera-se peso 1 (um) para o nível mínimo; Peso 5 (cinco) para o nível médio e peso 10 (dez) para nível máximo, conforme indicado no Quadro 02;
9. Somatória das não conformidades;
10. Somatória das não conformidades mínimas;
11. Somatória das não conformidades médias;
12. Somatória das não conformidades máximas.

3.2. F_{3B}:

Encontra-se o valor a partir da fórmula:

$$F_{3B} = \left(\left(\frac{\sum \text{escalas}}{\sum NC * 10} \right) \cdot 100 - Z_2 \right) \cdot \alpha, \text{ sendo}$$

x= idade real;

n = vida útil;

Z₂ = Menor valor do intervalo encontrado na Tabela 12;

Y₁ = Intervalo entre as faixas indicadas na Tabela 12 = **0,1**;

Y₂ = Diferença entre o maior e menor valor de cada faixa = **9**.

OBS.: (Y₁/Y₂) = (0,1/9) = 0,011, a ser representada pela variável α.

4. Fator Simetria das Não conformidades nos diferentes sistemas - F₄:

Se houvesse equilíbrio e simetria absoluta entre os cinco sistemas trabalhados, cada um deles contribuiria com 20% (0,20) da criticidade total, ou seja, a quantidade de não conformidades estaria distribuída uniformemente entre estes sistemas.

Para avaliar a simetria, foram estabelecidas três faixas de variação, participação ou contribuição de cada um dos sistemas, conforme mostra a Tabela 13.

Se estes valores estiverem entre o intervalo entre 0,1 e 0,4, o valor de F₄ corresponderá à faixa A. Se tiver algum valor abaixo de 0,10 ou acima de 0,4, no intervalo compreendido entre 0,05 e 0,5, F₄ corresponderá ao valor da faixa B. Se o resultado não estiver entre as faixas A ou B, este valor será referente à faixa C.

Então, como mostra a Tabela 13, caso seja correspondente à Faixa A, o valor utilizado será 1. Em casos de Faixa B, o valor será 1,25. No cenário de correspondência à Faixa C, o valor será 1,5.

O cálculo do valor de F_4 é mostrado de forma simplificada, em passo a passo, na Tabela 14.

FAIXAS CORRESPONDENTES AO F_4					
Simetria	A		B		C
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
0,20	0,10	0,40	0,05	0,50	O que não estiver inserido na faixa A nem na faixa B
	1		1,25		1,5

Tabela 13: Faixas correspondentes ao Fator 4

CÁLCULO DO VALOR DE F_4
1º PASSO: $\left(\frac{\sum \text{escalas de cada sistema}}{\sum \text{escalas}}\right) \cdot 100 = \% \text{ de escalas por sistema};$
2º PASSO: Verifica-se o valor encontrado na Tabela 13 e identifica-se em qual intervalo de valores os percentuais se encontram;
3º PASSO: Consulta-se o valor encontrado na Tabela 13 e encontra-se o valor referente a F_4 .

Tabela 14: Passo a passo do cálculo do valor de F_4

5. Depreciação – D:

Por fim, a depreciação (D), como já citado, é calculada por:

$$D = \left\{ \left[\sqrt[3]{(1 + F_1) \cdot (1 + F_2) \cdot (1 + F_3)} \right] - 1 \right\} \cdot F_4$$