

NOTA TÉCNICA

1 INTRODUÇÃO

A Nota Técnica foi elaborada com objetivo de descrever os fundamentos do Método de Ross-Heidecke, apresentar as situações em que sua aplicação é tecnicamente recomendada e analisar sua adequação para a estimativa de depreciação física de ativos de infraestrutura de transporte de hidrocarbonetos (gasodutos).

2 DEPRECIAÇÃO FÍSICA

A Norma Técnica ABNT NBR 14653-1:2019 “Avaliação de bens Parte 1: Procedimentos gerais” define depreciação como sendo a perda de valor de um bem, devido a modificações em seu estado ou qualidade ocasionadas pela decrepitude¹, deterioração², mutilação³ e obsolescência⁴ (item 3.1.14).

A depreciação representa a quantificação técnica do envelhecimento e desgaste de um bem, traduzindo em termos econômicos o impacto do tempo, do uso e da manutenção — e fornece um critério comum para avaliar, negociar, controlar e preservar o patrimônio de forma justa e tecnicamente fundamentada.

Embora o conceito, definição de depreciação seja único, a natureza física do bem é determinante fundamental do método de depreciação a ser adotado, pois os mecanismos de degradação, os métodos de inspeção, os critérios de vida útil são distintos em sua essência. Para exemplificar essas diferenças apresentamos abaixo uma comparação entre dois tipos de bens: edificação e gasoduto.

	Edificação	Gasoduto
Descrição	Conjunto heterogêneo de elementos construtivos dispostos em volume tridimensional, exposto ao ambiente externo em grande parte de sua superfície	Sistema linear de tubos metálicos de parede delgada, confinado no subsolo ou aéreo, sujeito internamente a fluidos pressurizados e externamente ao ambiente geológico e eletroquímico do solo
Características físicas determinantes	Composição multimaterial: concreto, aço, alvenaria, madeira, argamassas, revestimentos cerâmicos, esquadrias, instalações hidráulicas e elétricas — cada um com vida útil e mecanismo de degradação próprios Grande área de exposição: fachadas, cobertura, pisos e fundações estão em contato direto com agentes climáticos (chuva, vento, radiação solar, variação térmica) Geometria complexa: múltiplos planos, juntas, interfaces e detalhes construtivos	Composição monomaterial: dominante: aço carbono material susceptível à corrosão eletroquímica Geometria simples mas confinada: tubo cilíndrico enterrado, inacessível visualmente — a superfície crítica (parede interna e externa) está completamente oculta Presença de fluido pressurizado: o gás natural ou hidrocarboneto transportado cria estado de tensão permanente na parede do tubo (tensão circunferencial), que acelera os mecanismos de degradação

¹ Decrepitude – desgaste de suas partes constitutivas, em consequência de seu envelhecimento natural, em condições normais de utilização e manutenção

² Deterioração – desgaste de seus componentes em razão de uso ou manutenção inadequados

³ Mutilação – retirada de sistemas ou componentes originalmente existentes

⁴ Obsolescência – superação tecnológica ou funcional

Edificação	Gasoduto
	que são pontos preferenciais de entrada de umidade e início de patologias Acessibilidade para inspeção: toda a superfície do imóvel é acessível visualmente, permitindo diagnóstico qualitativo direto Estrutura estática: o imóvel não é percorrido por fluidos sob pressão — sua integridade estrutural depende de cargas gravitacionais e esforços horizontais (vento, sismo) Degradação predominantemente superficial: as patologias mais comuns iniciam-se na superfície e progridem para o interior como: fissuras, infiltrações, carbonatação do concreto
Implicação para a depreciação	A perda de valor físico é graduada, progressiva e majoritariamente perceptível por inspeção visual — o que justifica o uso de uma tabela qualitativa de estados de conservação
	Interface solo-metal: o contato contínuo com o solo cria uma célula eletroquímica permanente que promove corrosão Degradação predominantemente volumétrica e invisível: a corrosão reduz a espessura da parede de dentro para fora (corrosão interna) ou de fora para dentro (corrosão externa) — ambos os processos são totalmente invisíveis sem instrumentação especializada Falha catastrófica e súbita: diferente do imóvel, que colapsa progressivamente, um gasoduto pode falhar de forma frágil e instantânea quando a perda de espessura atinge o limite crítico sob pressão
	A perda de valor físico é localizada, não uniforme e instrumentalmente mensurável — expressa em percentual de perda de espessura de parede em pontos específicos, e não em um estado geral de conservação classificado qualitativamente

As diferenças retratadas anteriormente reforçam que o tipo de bem deve determinar o método de depreciação mais adequado e não apenas uma preferência metodológica.

Nas edificações, a degradação é visualmente inspecionável o que justifica um método que combine idade cronológica com estado de conservação qualitativo, pois:

- O desgaste progride de forma relativamente uniforme ao longo da vida útil;
- O estado de conservação é objetivamente observável; e
- A manutenção tem efeito demonstrável e mensurável na preservação do valor.

Já nos gasodutos, o método de depreciação deve refletir a sua realidade física, avaliando se:

- O desgaste é uniforme ao longo do tempo e independente da produção;
- A vida útil está fisicamente vinculada ao esgotamento das reservas que o duto transporta; e
- Se a taxa de corrosão medida instrumentalmente permite a continuidade da operação do gasoduto.

3 MÉTODO DE ROSS-HEIDECKE

O Método de Ross-Heidecke⁵ foi desenvolvido a partir da combinação de um modelo matemático que representa o envelhecimento de um bem (Ross) com uma escala qualitativa de estado de conservação (Heidecke), para avaliação de instalações fabris e edifícios para fins comerciais e residenciais.

⁵ Proposto por Erich Heidecke no livro: “Die Schätzung von industriellen Grundstücken und Fabrikanlagen sowie von Grundstücken und Gebäuden zu Geschäfts- und Wohnzwecken” – A avaliação de terrenos industriais e instalações fabris, bem como de terrenos e edifícios para fins comerciais e residenciais, em 1935.

O método combina os dois fatores (envelhecimento, estado de conservação) em uma única equação de depreciação física, onde o coeficiente de depreciação (Kd) é calculado pela seguinte expressão:

$$K_d = \frac{1}{2} \times \left[\left(\frac{t}{n} \right) + \left(\frac{t}{n} \right)^2 \right] + C \times \left\{ 1 - \frac{1}{2} \times \left[\left(\frac{t}{n} \right) + \left(\frac{t}{n} \right)^2 \right] \right\}$$

Onde:

- K_d = coeficiente de depreciação (valor entre 0 e 1);
- (t/n) = razão entre a idade do bem (t) e sua vida útil estimada (n);
- C = coeficiente de Heidecke, conforme o estado de conservação observado.

A tabela abaixo apresenta a escala qualitativa de estado de conservação proposto por Heidecke.

Estado	Ref	Estado de Conservação	Coeficiente C (%)
a	1,0	Novo	0,00
b	1,5	Entre novo e regular	0,32
c	2,0	Regular	2,52
d	2,5	Entre regular e reparos simples	8,09
e	3,0	Reparos simples	18,10
f	3,5	Entre reparos simples a importantes	33,20
g	4,0	Reparos importantes	52,60
h	4,5	Entre reparos importantes e sem valor	75,20
i	5,0	Sem valor	100,00

Fonte: Manual de Avaliação de Imóveis do Patrimônio da União (SPU, março de 2024) item 16.3.3.27

O normativo “Manual de Avaliação de Imóveis do Patrimônio da União”, publicado em Março/2024 pela Secretaria de Patrimônio da União, detalha o uso do Método de Ross-Heidecke para estimar a depreciação das edificações, além de apresentar tabela que relaciona os estados de conservação com os valores do coeficiente C e as características da edificação.

Estado	Ref	Características
Novo	0,00	Edificação nova ou com reforma geral e substancial, com menos de dois anos, que apresente 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 apresente necessidade 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 a 5 anos, cujo estado geral possa ser recuperado apenas com reparos de eventuais fissuras superficiais localizadas e/ou pintura externa e interna
Entre regular e reparos simples	8,09	Edificação seminova ou com reforma geral e substancial entre 2 a 5 anos, cujo estado geral possa ser recuperado com reparos de fissuras e trincas superficiais localizadas e superficiais e pintura interna e externa

Estado	Ref	Características
Reparos simples	18,10	Edificação cujo estado geral possa ser recuperado com pintura interna e externa, após reparos de fissuras e trincas superficiais generalizadas, sem recuperação do sistema estrutural. Eventualmente, revisão do sistema hidráulico e elétrico.
Entre reparos simples a importantes	33,20	Edificação cujo estado geral possa ser recuperado com pintura interna e externa, após reparos de fissuras e trincas, com estabilização e/ou recuperação localizada do sistema estrutural. As instalações hidráulicas e elétricas possam ser restauradas mediante a revisão e com substituição eventual de algumas peças desgastadas naturalmente. Eventualmente possa ser necessária a substituição dos revestimentos de pisos e paredes, de um, ou de outro cômodo. Revisão da impermeabilização ou substituição de telhas da cobertura.
Reparos importantes	52,60	Edificação cujo estado geral possa ser recuperado com pintura interna e externa, com substituição de panos de regularização da alvenaria, reparos de fissuras e trincas, com estabilização e/ou recuperação de grande parte do sistema estrutural. As instalações hidráulicas e elétricas possam ser restauradas mediante a substituição de peças aparentes. A substituição dos revestimentos de pisos e paredes, da maioria dos cômodos, se faz necessária. Substituição ou reparos importantes na impermeabilização ou no telhado.
Entre reparos importantes e sem valor	75,20	Edificação cujo estado geral seja recuperado com estabilização e/ou recuperação do sistema estrutural, substituição da regularização da alvenaria, reparos de fissuras e trincas. Substituição das instalações hidráulicas e elétricas. Substituição dos revestimentos de pisos e paredes. Substituição da impermeabilização ou do telhado.
Sem valor	100,00	Edificação sem valor

Fonte: Manual de Avaliação de Imóveis do Patrimônio da União (SPU, março de 2024) item 16.3.3.28

A imagem apresentada na sequência mostra as curvas de depreciação obtidas pelo Método de Ross-Heidecke de acordo com o estado de conservação.

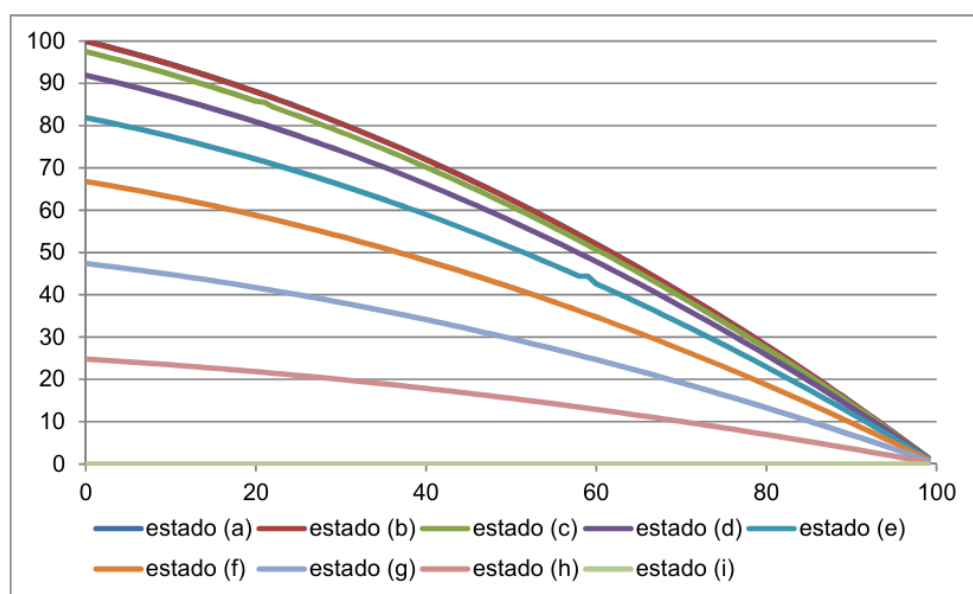


Figura 1 – Curvas de depreciação de Ross-Heidecke

Observa-se na Figura 1 que o Método de Ross-Heidecke apresenta um padrão de depreciação com curva côncava, onde a depreciação é menos acelerada no início da vida útil, com tendência a acelerar com o passar do tempo, comportamento adequado para representar a depreciação de edificações.

Assim, pelas suas características, o Método de Ross-Heidecke é adequado para estimar a depreciação de:

- Imóveis residenciais, comerciais e industriais;
- Benfeitorias em imóveis rurais (sede, instalações de apoio, entre outros); e
- Obras civis.

O método de Ross-Heidecke pressupõe que a classificação do estado de conservação do gasoduto possa ser realizada por inspeção direta. Essa premissa é fisicamente impossível de ser atendida em um gasoduto enterrado, pois:

- a) A superfície crítica do duto (parede interna e externa) está completamente inacessível à inspeção visual;
- b) A corrosão reduz a espessura da parede de dentro para fora (interna) ou de fora para dentro (externa) — ambos os processos são invisíveis sem instrumentação;
- c) O duto com aparência externa perfeita pode estar com 80% da espessura de parede comprometida internamente; e
- d) A classificação do estado de conservação pelos critérios da tabela de Heidecke não possui correspondência técnica com os resultados de inspeção instrumentalizada.

Uma vez que o método de depreciação deve observar a natureza física do bem e, conseqüentemente, os mecanismos de degradação, os métodos de inspeção, os critérios de vida útil, o uso do método de Ross-Heidecke para estimar a depreciação de gasodutos é inadequado.

4 ABORDAGEM MAIS ADEQUADA PARA CALCULAR A DEPRECIAÇÃO DE GASODUTOS

A degradação de um gasoduto é causada principalmente pela corrosão, processo que, em condições controladas de proteção catódica e revestimento externo, progride de forma aproximadamente linear ao longo do tempo, conforme a equação abaixo.

$$e(t) = e_0 - (CR \times t)$$

Onde:

- $e(t)$ = espessura de parede no tempo t ;
- e_0 = espessura nominal original;
- CR = taxa de corrosão (mm/ano) — aproximadamente constante;
- t = tempo em serviço (anos).

A equação acima é estruturalmente idêntica à fórmula de depreciação definida no Método da Linha Reta.

$$V(t) = V_0 - (D \times t)$$

Onde:

- $V(t)$ = valor no tempo t ;
- V_0 = valor original;

- D = depreciação anual constante;
- t = tempo em serviço (anos).

A analogia direta entre o fenômeno físico real e o modelo contábil justifica, de forma robusta, a adoção do método da Linha Reta para calcular a depreciação de gasodutos.

Reforça esse entendimento o fator operacional, uma vez que os gasodutos operam em regime contínuo e relativamente uniforme durante o ano, com pressão operacional estável e temperatura do solo relativamente constante. Nessas situações, o tempo cronológico é o melhor proxy para se avaliar a depreciação, tão bem expressado pelo método da Linha Reta.

5 CONSIDERAÇÕES REGULATÓRIAS E DE ESTABILIDADE METODOLÓGICA

Além das inconsistências técnicas já demonstradas quanto à aplicação do Método de Ross-Heidecke a gasodutos, a eventual adoção desse método no âmbito de revisões tarifárias suscita preocupações relevantes sob a ótica regulatória, especialmente no que se refere à estabilidade, previsibilidade e coerência das decisões regulatórias.

A regulação econômica de infraestruturas de transporte de gás natural — caracterizadas por elevada intensidade de capital, longos ciclos de investimento e forte dependência de financiamento — exige a adoção de metodologias claras, robustas, de modo a reduzir incertezas.

Nesse contexto, observa-se que:

- Não há precedentes conhecidos, no Brasil ou nos principais mercados internacionais, de aplicação do Método de Ross-Heidecke para fins de depreciação de ativos de transporte de gás natural;
- O método tampouco foi historicamente adotado pela própria ANP em ciclos regulatórios anteriores envolvendo transporte de gás natural;
- Da mesma forma, não há registro de sua utilização por agências reguladoras estaduais de distribuição de gás canalizado.

Ao contrário, a prática regulatória consolidada nesses mercados converge para o uso de abordagens lineares ou baseadas em vida útil técnica, frequentemente alinhadas aos padrões contábeis, justamente por sua simplicidade, transparência e aderência ao comportamento físico dos ativos.

A introdução de um método sem histórico de aplicação no setor, sem validação empírica consistente e sem aderência à natureza física dos ativos regulados, tende a produzir efeitos indesejados, dentre os quais destacam-se:

- Aumento da complexidade regulatória, ao incorporar critérios qualitativos subjetivos em um processo que já é inerentemente técnico e multifatorial;
- Elevação da entropia decisória, dificultando a reprodutibilidade, auditabilidade e comparabilidade dos resultados entre ciclos tarifários;
- Redução da previsibilidade regulatória, elemento essencial para a atração e manutenção de investimentos em infraestrutura.

Cabe ressaltar que a revisão tarifária já é, por natureza, um processo complexo, envolvendo múltiplas variáveis técnicas, econômicas e operacionais. A introdução de um método de depreciação não consolidado agrava essa complexidade sem contrapartida evidente em termos de ganho de precisão ou aderência técnica.

Assim, a manutenção de metodologias consagradas, como a depreciação linear, mostra-se não apenas tecnicamente mais adequada, mas também regulatoriamente mais prudente, por preservar os princípios de estabilidade e previsibilidade, essenciais ao bom funcionamento do setor de transporte de gás natural.