

GESTÃO DE INDICADORES DE INFRAESTRUTURA E AVALIAÇÃO DE BENS NA ENGENHARIA: RODOVIAS E OBRAS DE ARTES (OAEs)

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.782122512085>

Kênia Vitor da Paixão

Doutoranda PGDRA – UFRO, Brasil

Paulo de Tarso de Sousa Tupan

Engenheiro Civil – DER/RO.

Fabrício Moraes de Almeida

PhD in Physics (UFC), with post-doctorate in Scientific Regional Development (DCR/CNPq)- Production Engineering Specialist (FUNIP). Researcher of the Doctoral and Master Program in Regional Development and Environment (PGDRA/UFRO).

RESUMO: Este capítulo de livro, analisa os principais indicadores utilizados na avaliação da infraestrutura rodoviária e das Obras de Artes Especiais (OAEs) no contexto do Departamento Estadual de Estradas de Rodagem e Transportes Públicos – DER/RO. São apresentados os critérios técnicos que balizam a inspeção, manutenção e avaliação das rodovias e obras de artes especiais no Estado de Rondônia, com ênfase nas normas brasileiras, especialmente as Normas Técnicas NBR 14.653-1 e NBR 14.653-2. São utilizados os Métodos quantitativos e qualitativos, assim como abordagens práticas de gestão e priorização de investimentos, são discutidos para assegurar a segurança, funcionalidade e durabilidade das estruturas. O objetivo tem foco na elaboração, constatar, descrever, documentar os serviços executados ao longo dos anos, com monitoramento e análise da vida útil do bem e o estado de conservação. Os dados foram coletados através de levantamento patrimonial de dados coletados em campo e relatórios disponíveis até novembro de 2023. Por fim, o gerenciamento do inventário das obras contribuirá com a gestão eficiente dos ativos do Departamento e possibilitará a otimização dos recursos e a garantia da vida útil dos ativos.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de Indicadores, inventário patrimonial, patrimônio rodoviário, avaliação das rodovias, conservação de obras de arte especiais.

Infrastructure Indicator Management and Asset Valuation in Engineering: Highways and Engineering Structures

ABSTRACT: This article analyzes the main indicators used to assess road infrastructure and Special Engineering Works (OAEs) within the context of the State Department of Highways and Public Transportation (DER/RO). The technical criteria that guide the inspection, maintenance, and evaluation of highways and special engineering works in the State of Rondônia are presented, with an emphasis on Brazilian standards, especially Technical Standards NBR 14.653-1 and NBR 14.653-2. Quantitative and qualitative methods, as well as practical management and investment prioritization approaches, are designed to ensure the safety, functionality, and durability of these structures. The objective was to develop, observe, describe, and document the services performed over the years, observing the asset's useful life and state of conservation. Data were collected through a property survey of field data and reports available through November 2023. The inventory of works will contribute to the efficient management of the Department's assets and enable the optimization of resources and the guarantee of the asset's useful life.

KEYWORDS: Indicator Management, heritage inventory, road heritage, highway assessment, conservation of special works of art.

INTRODUÇÃO

O Estado de Rondônia se destaca como um polo agroindustrial e logístico estratégico na Região Norte, com uma produção agropecuária expressiva e vasta extensão territorial. Sua infraestrutura de transportes, especialmente a rodoviária, desempenha papel fundamental na integração regional e no escoamento da produção. No entanto, persistem desafios significativos quanto à manutenção e ao planejamento da malha viária, demandando soluções inovadoras e tecnologias avançadas.

O Departamento de Estradas de Rodagem e Transportes (DER/RO) é de grande importância para o Estado de Rondônia, desempenhando um papel fundamental na manutenção e na implantação da infraestrutura viária estadual, na segurança de trafegabilidade dos cidadãos e no escoamento viário da produção agrícola. O uso da Inteligência Artificial ajudará ao Departamento a coletar as informações e economizar recursos na tomada de decisões mais assertivas sobre onde é mais urgente fazer correções (recapeamento, panos asfálticos), drenagem e outras obras

que otimizam a circulação viária. Bem como o planejamento para implantação e ampliação da malha viária.

Com o aumento de usuários de veículos, o tráfego está crescendo dia a dia. Defeitos nas superfícies das estradas como buracos e outros danos podem ocorrer a qualquer momento, de acordo com as condições reais e a vida útil da estrada. Eles podem ser particularmente perigosos para os veículos que circulam na rodovia. O Departamento de Estradas de Rodagem e Transportes-DER/RO, que é responsável pelo transporte, devem observar e manter a qualidade da superfície da via para melhorar a segurança no trânsito. A avaliação da qualidade das vias foi identificada como uma questão crítica relacionada à possibilidade de tornar mais confortável, eficiente e seguro o sistema de transporte.

Diante disso, a presença de vários tipos de danos oriundos do uso da estrada pode desequilibrar a eficiência energética associada ao transporte, pois determina um aumento no consumo de combustível e diminuição da vida útil de peças e sistemas do veículo, especialmente no que diz respeito aos freios e suspensões. Os buracos geram não apenas vibração nos pneus e sistema de suspensão, mas também a deformação da borracha, causando perdas de energia e aumentando a resistência ao rolamento.

As Rodovias e Obras de Artes Especiais constituem elementos críticos da infraestrutura de transporte, demandando avaliações precisas para garantir sua operação segura e eficiente. A engenharia moderna apoia-se em indicadores padronizados e inspeções sistemáticas para diagnosticar o estado estrutural e funcional dessas obras, orientando a gestão e os investimentos públicos. Este artigo visa expor os principais indicadores adotados no Brasil e suas aplicações práticas.

A gestão dos Indicadores de Infraestrutura Rodoviária Indicadores de Condição do Pavimento: Avaliam a superfície das vias por meio da rugosidade, trincas, deformações e desgaste, ajudando a determinar o Índice de Condição Rodoviária (ICR), fundamental para diagnósticos e planejamento de manutenção (DNIT Manual, 2025). 1 2 Fluxo e Capacidade de Tráfego: Permitem a análise do volume médio diário de veículos e a capacidade da rodovia, essenciais para identificar gargalos e planejar adequações. Segurança Rodoviária: Indicadores relacionam taxas e locais de acidentes com a qualidade da infraestrutura, promovendo melhorias nos fatores de segurança.

Além disso, na Avaliação de Obras de Artes Especiais OAEs Inspeção Estrutural e Visual: Avaliação das condições das superfícies, fissuras, corrosões e deformações. A NBR 9452 estabelece três parâmetros-chave para a inspeção: estrutural (segurança e estabilidade), funcional (adequação ao uso e gabaritos), e durabilidade (vida útil remanescente da estrutura). A Capacidade de Carga e Segurança: Verificação da

capacidade da OAE para suportar as cargas previstas, considerando alterações do uso e tráfego desde sua construção. Manutenção e Conservação: Monitoramento de intervenções e reparos, incluindo técnicas como injeção de concreto, uso de fibras de carbono e outras tecnologias modernas para reforço estrutural.

Dessa forma, o objetivo deste capítulo de livro tem como foco elaborar, constatar, descrever, documentar e registrar, o levantamento de dados em rodovias e Obras de Artes Especiais-OAE's, observando a vida útil do bem e o estado de conservação de forma consolidada, com relatórios fotográficos.

GESTÃO DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA

A infraestrutura rodoviária exerce papel fundamental no desenvolvimento econômico e social. Ela permite o escoamento da produção agrícola e industrial, facilita o acesso a serviços de saúde, educação e lazer, além de promover a integração regional. Em contextos urbanos, a malha viária influencia diretamente a mobilidade e a qualidade de vida da população.

Apesar de sua importância, o Estado de Rondônia enfrenta desafios relacionados à manutenção, modernização e expansão da malha rodoviária. Grande parte das estradas apresenta problemas estruturais, como buracos, sinalização deficiente e falta de acostamentos.

A ausência de investimentos contínuos em infraestrutura compromete a competitividade econômica, eleva os custos logísticos e aumenta os índices de acidentes. O investimento em infraestrutura rodoviária demanda planejamento estratégico, uso de tecnologias modernas e adoção de políticas públicas eficazes. Modelos de concessão e parcerias público-privadas têm sido utilizados como alternativa para ampliar a capacidade de financiamento e gestão da malha viária.

Analisando os relatórios técnicos Anuais de 2010 a 2024 temos que o DER/RO atende aos 52 municípios de Rondônia e que possui de acordo com o Decreto Estadual nº 27.282 5.496,52 km, composto por 1.629,44 km rodovias pavimentadas com base no levantamento visual continuo – LVC, e 3.867,08 km de rodovias não pavimentadas conforme a Tabela 1 e o Mapa Rodoviário.

PAVIMENTO COBERTURA	TRECHOS	PORCENTAGEM	EXTENÇÃO-KM
Pavimentada Simples	132	26,79%	1.472,70
Pavimentada Dupla	157	2,85%	156,74
Não Pavimentadas	191	67,15%	3.690,86
Planejadas	2	3,21%	176,22
TOTAL	482	100,00%	5.496,52

Tabela 1- Rodovias de jurisdição do DER/RO.

As vistorias foram realizadas in loco, com base no Levantamento Visual do Estado de Conservação atual de ponte de madeira, pontilhão, ponte de concreto e ponte mista.

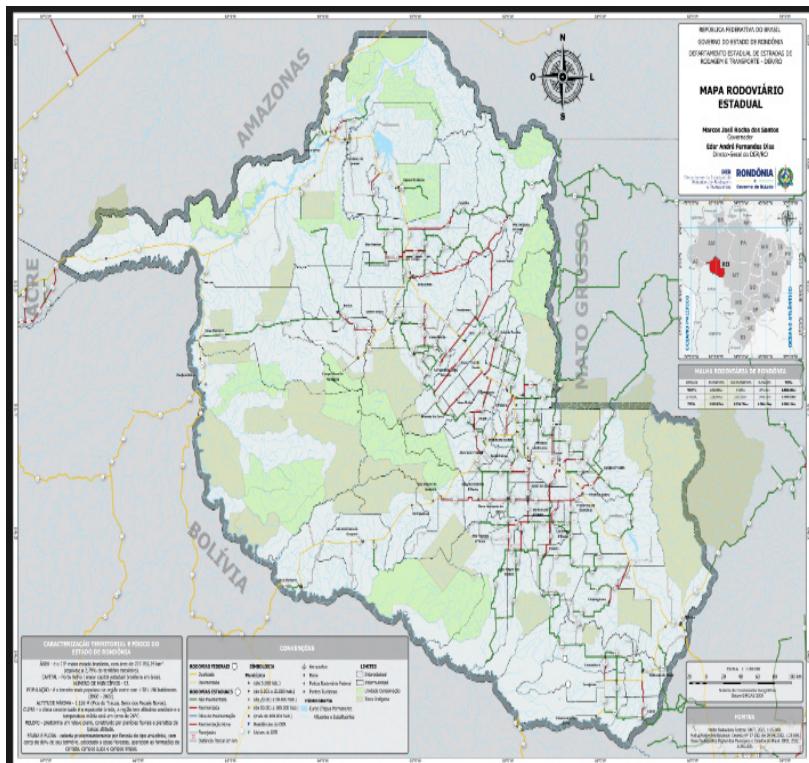


Figura 1 – Cartografia do Estado de Conservação – RO. Fonte: DER, 2025a.

O desenvolvimento e a execução da pesquisa técnica fez análise por região, porte e prazo de duração de obras. A região é Norte são utilizados canteiros de obras provisórias e para duração de obras de pavimentação e revestimento primário foram adotados os seguintes prazos: de pequeno porte são 6 meses; médio porte 12 meses e grande porte 24 meses.

E para definir os limites entre as faixas do porte das obras foram analisados dados de projetos e obras concluídas no âmbito do DER/RO, de acordo com sua natureza, resultando nas propostas de classificação apresentadas nas Tabelas 2.

Natureza das Obras	Porte da Obra		
	Pequeno Porte	Médio Porte	Grande Porte
Obras de Arte Especiais	Com área total de tabuleiros de 261.857,95 m ²	Com área total de tabuleiros de 43.095,80 m ²	Com área total de tabuleiros de 33.202,30 m ²
Quantidade catalogada	729	25	7

Tabela 2 – Classificação das Obras pelo Porte

METODOLOGIA, TÉCNICAS E TECNOLOGIA

As avaliações combinam procedimentos técnicos e tecnológicos, que incluem: A implementação desses indicadores permite que órgãos gestores planejem e executem ações com maior eficiência, otimizando recursos e garantindo maior segurança ao usuário final. Além disso, a avaliação e manutenção preventiva das OAEs evitam falhas catastróficas, ampliam a vida útil dos ativos e contribuem para a sustentabilidade ambiental e econômica dos sistemas viários.

Os Indicadores tem aplicação rigorosa das normas brasileiras, como a norma NBR 9452, NBR 14.653-1 e NBR 14.653-2. De tal forma que as normas são indispensáveis para a avaliação eficaz da infraestrutura rodoviária e OAEs. A integração de métodos quantitativos e qualitativos e o emprego das tecnologias emergentes fortalecem a gestão e manutenção desses bens essenciais, assegurando sua funcionalidade, segurança e longevidade. Avaliação de Obras de Artes Especiais OAEs Inspeção Estrutural e Visual: Avaliação das condições das superfícies, fissuras, corrosões e deformações.

A NBR 9452 estabelece três parâmetros-chave para a inspeção: estrutural (segurança e estabilidade), funcional (adequação ao uso e gabaritos), e durabilidade (vida útil remanescente da estrutura). Capacidade de Carga e Segurança: Verificação da capacidade da OAE para suportar as cargas previstas, considerando alterações do uso e tráfego desde sua construção. Manutenção e Conservação.

A NBR 14.653-1 estabelece os critérios e procedimentos para a inspeção, avaliação e reavaliação de imóveis, tipo, edificações e no caso especificamente as rodovias e obras de arte especiais – OAE’s; Já a NBR 14.653-2 estabelece os critérios e procedimentos para a avaliação e reavaliação de imóveis, rodovias e obras de arte especiais – OAE’s.

É importante ressaltar, que no levantamento patrimonial de dados coletados em campo, estes servirão de subsídios para compor o planejamento estratégico do

DER/RO, principalmente para dar referências as manutenções preventivas e rotineiras, em que se define custos e preços mediante a elaboração de orçamentos. Foi avaliado conjuntamente os dois dispositivos legais , delimitou-se, portanto, o escopo deste trabalho com a mensuração/avaliação das obras de Artes Especiais – OAE's (ponte de concreto, mista e de madeira) da malha rodoviária do Estado de Rondônia.

Os dados coletados em campo apresentam informações sobre a localização, o tipo, as dimensões, os materiais e as condições estruturais aparente das obras de arte especiais; E os dados foram organizados em uma planilha ou banco de dados; E análise dos dados foi realizada métodos estatísticos e probabilísticos.

Além disso, a implementação desses indicadores permite que órgãos gestores planejem e executem ações com maior eficiência, otimizando recursos e garantindo maior segurança ao usuário final. Além disso, a avaliação e manutenção preventiva das OAEs evitam falhas catastróficas, ampliam a vida útil dos ativos e contribuem para a sustentabilidade ambiental e econômica dos sistemas viários.

GESTÃO DE CUSTOS E OBRAS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

É fundamental destacar a importância de se realizar estimativas de custos para obras de infraestrutura de transportes, tarefa reconhecida por sua complexidade. Este processo envolve a definição de custos medias, derivados de informações históricas e soluções padronizadas, desempenhando um papel crucial no planejamento para estimar o valor de obras semelhantes a empreendimentos anteriores.

A dificuldade em classificar e apropriar os custos de projetos de infraestrutura de transportes é notável, dada a influência de inúmeros elementos em sua formação. Contudo, para as complexidades, é preciso considerar que a informação fornecida pela Direção Geral através do Levantamento Visual Continua - LVC estão detalhada para uma avaliação minuciosa e individualizada. A ausência de um registro ou banco de dados abrangente contendo informações e padrões construtivos das rodovias e das Obras de Arte Especiais - OAE's, componentes da Malha Rodoviária do Estado de Rondônia, assim como as dimensões das Faixas de Domínio, e uma limitação significativa.

Para caracterizar a Malha Rodoviária do Estado de Rondônia, utilizou-se o Plano Rodoviário Estadual da Malha Rodoviária do Estado de Rondônia, um estudo/ diagnóstico das Obras de Artes Especiais - OAE's e o Levantamento Visual Continuo (LVC) realizado pelo Departamento.

É importante salientar que análise de dados apresentadas no paragrafo anterior abordam apenas aspectos como quilometragens em pista simples e dupla, tipos de

revestimentos utilizados (sem especificação de espessuras) e dimensões das Obras de Artes Especiais - OAE's. Esse trabalho também oferece uma visão do estado atual de conservação dos elementos analisados.

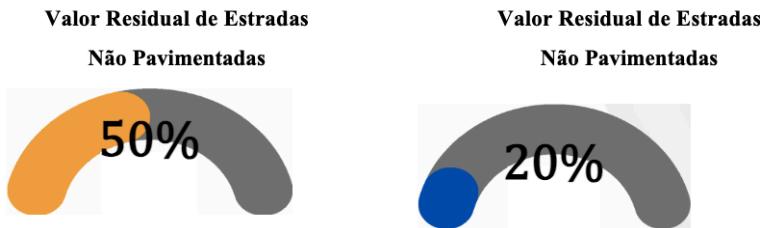
OS CRITÉRIOS E DETERMINAÇÃO DE VALORES DE BENS DE INFRAESTRUTURA

Para a determinação dos valores dos bens de infraestrutura adotou-se o Método do Custo de Reposição que segundo a NBR 14.653-1 e NBR 14.653-2, identifica o valor do bem pelo valor unitário calculado pelo modelo do DNIT e obras executadas anteriormente, com objetivo de se chegar ao valor de mercado. Para a estimativa dos valores relativos às rodovias foram agrupadas por 15 Residências Regionais. Com relação às faixas de domínio foi adotada a largura de 15 metros para cada lado a partir do eixo da pista, totalizando 30 metros de largura.

As pavimentações catalogadas através do Departamento Estadual de Estradas de Rodagem e Transportes, em conformidade com o Decreto N° 27.282-29 de junho de 2022. Enquanto o Levantamento das OAE foi realizado pelo Engenheiro Civil Paulo de Tarso de Sousa Tupan (ART. 2320238500246205), Portaria 2248 de Nomeação de Engenheiro Civil - Reavaliador (0041449762), Vice-Presidente da Comissão de Avaliação e Reavaliação de Bens de infraestrutura TC-25 (Obras), portaria 2466 (0042081935).

O VALOR RESIDUAL DE ESTRADAS

O Valor residual é uma estimativa do valor que um ativo terá no final de sua vida útil. No caso de estradas, a vida útil depende de fatores como pavimentação, condições climáticas e volume de tráfego. A avaliação do valor residual é útil para entidades governamentais e empresas que possuem estradas como ativos, ajudando-as a planejar a manutenção, reconstrução ou determinar o valor contábil desses ativos. A metodologia para calcular o valor residual varia de acordo com as normas contábeis ou práticas de avaliação adotada pela entidade.



O Valor Residual de Estradas Pavimentadas tem percentual correspondente a 50%. Em virtude das estradas pavimentadas sofrerem menor ação de intempéries, por ter proteção de capa asfáltica, principalmente, quanto as chuvas e o tráfego sobre elas.

O Valor Residual de Estradas Não Pavimentadas tem o percentual correspondente a 20%. Em virtude das estradas vicinais (leito natural) sofrerem maior ação de intempéries, por não ter proteção principalmente quanto as chuvas e o tráfego sobre elas.

Figura 2 – Valor residual.

OS FATORES DE DEPRECIAÇÃO

A depreciação é um processo natural de desgaste dos bens ao longo do tempo. No caso das rodovias, a depreciação é causada pelos fatores com a variação do clima, o tráfego de veículos e a falta de manutenção.

A depreciação pode ser classificada em dois tipos:

1. Depreciação física é causada pelo desgaste natural do bem;
2. Depreciação funcional é causada pela perda de valor do bem devido à obsolescência.

O MÉTODO DE DEPRECIAÇÃO ROSS-HEIDECKE

As rodovias foram classificadas conforme o seu estado de conservação. O método de Ross-Heidecke sugere calcular a depreciação física com base na idade e no estado de conservação, utilizando geralmente a vida útil da rodovia. A avaliação pelo Método do Custo de Reprodução e Reposição com a utilização da depreciação determina o valor das benfeitorias em seu estado novo, e estimando os custos de seus componentes. A depreciação é subtraída do resultado.

A tabela de Ross-Heidecke classifica as rodovias em quatro classes, consoante ao seu estado de conservação:

CLASSES	ESTADO DE CONSERVAÇÃO
CLASSE 1	ÓTIMO
CLASSE 2	BOM
CLASSE 3	REGULAR
CLASSE 4	RUIM

Tabela 3- Classificação das rodovias.

A DEPRECIAÇÃO PONDERADA

Considerando as distâncias das estradas com as taxas de depreciação correspondentes a cada nível ou classe, foram determinadas as médias percentuais de depreciação listadas na Tabela 4:

ITEM	NIVEL DE DETERIORAÇÃO	KM	PERCENTUAL DE QUANTIDADE	DEPRECIAÇÃO FÍSICA ROSS-HEIDECKE	PERCENTUAL PONDERADO
Classe 1	Regular	664,96	41,00%	14,20%	5,82%
Classe 2	Entre Regular e Reparos Simples	324,64	20,00%	33,80%	6,76%
Classe 3	Reparos Simples e Importantes	114,96	7,00%	65,30%	4,57%
Classe 4	Reparos Importantes	524,88	32,00%	86,70%	27,74%
TOTAL		1.629,44			45,00%

Tabela 4- Percentual Ponderado - Rodovias Pavimentadas.

ANÁLISE DOS DEMONSTRATIVOS DAS RODOVIAS CATALOGADAS ESTADUALIZADAS

Foram avaliados 1.629,44 km de rodovias pavimentadas corresponde 2,68% simples e dupla 2,9% e 3.867,08 km de revestimento em leito natural, o revestimento primário eleito natural corresponde a 70,4% do total de rodovias do Estado.

PAVIMENTAÇÕES CATALOGADAS	
Rodovias em pista simples Pavimentada Km	1.472,70
Rodovias em pista dupla Pavimentada Km	156,74
Total Km	1.629,44
RODOVIAS EM LEITO NATURAL COM REVESTIMENTO PRIMÁRIO	
Rodovias em pista simples Não Pavimentada Km	3.867,08
Total Km	3.867,08

Análise do percentual de rodovias do Estado

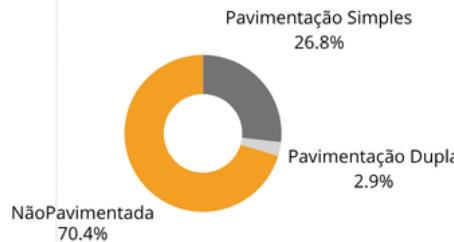


Figura 3 - Análise do percentual de rodovias do Estado.

Avaliações dos Bens de Infraestrutura de Rodovias Estadualizadas

BEM DE INFRAESTRUTURA	UNID	EXTENSÃO/ÁREA	PREÇO MÉDIO R\$/M ²	PREÇO DE REPRODUÇÃO	% DEPRECIAÇÃO	PREÇO DEPRECIADO
Rodovias Pavimentadas de Pistas Duplas (Lado Direito e Esquerdo)	Km	156,74	2.198.697,15	R\$ 344.623.791,47	45,00%	R\$ 189.543.085,31
Rodovias Pavimentadas de Pistas Simples	Km	1.472,70	2.198.697,15	R\$ 3.238.021.294,49	45,00%	R\$ 1.780.911.711,97
TOTAL		1.629,44		R\$ 3.582.645.085,96		R\$ 1.970.454.797,28

Tabela 5- Avaliação dos Bens de Infraestrutura- Rodovias

O NÍVEL DE ENQUADRAMENTO POR CLASSE DE RODOVIAS ESTADUALIZADAS

A classificação foi procedida conforme distribui ao na tabela abaixo, o nível de enquadramento no total de 1.629,44 km. As rodovias foram classificadas em 4 classes de conservação, apresentando as quilometragens em cada nível, conforme abaixo descrito:

CLASSE	Km
Classe 1 - Interferencia corretiva anual em ate 10,0 m2, num segmento de 1000 m de extensao - Km	664,96
Classe 2 - Interferencia corretiva anual entre 10,0 e 50,0 m2, num segmento de 1000 m de extensao - km	324,64
Classe 3 - Interferencia corretiva anual entre 50,0 e 100,0 m2, num segmento de 1000 m de extensao - km	114,96
Classe 4 - Interferencia corretiva anual em mais de 100,0 m2, num segmento de 1000 m	524,88
TOTAL km	1.629,44

Tabela 6 – Tipos de Pavimento de Rodovias Estadualizadas

Tabela Preço Médio de Reprodução Rodovias Pavimentadas Estadualizadas

1 - MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO - CM1			
R\$ 167.346,00	/UNID.	CM1	R\$ 48.362.994,00
2-ADMINISTRAÇÃO LOCAL - CM2			
- PARCELAS FIXA E VINCULADA- CM2A		R\$ 246.312,00	
- PARCELA VARIÁVEL - CM2B	R\$ 96.532,00	/KM ICM2	R\$ 172.423.527,76
3 - CANTEIRO DE OBRAS - CM3			
R\$ 2.574.080,00	UNID.	ICM3	R\$ 743.909.120,00
4-TERRAPLENAGEM, DRENAGEM E OAC, OBRAS COMPLEMENTARES, SINALIZAÇÃO E PROTEÇÃO AMBIENTAL- CM4			
R\$1.007.921,00	KM	CM4	R\$1.800.328.331,78
5 - PAVIMENTAÇÃO, AQUISIÇÃO E TRANSPORTE DE MATERIAL BETUMINOSO - CMS			
SOLU O-TIPO A	486.626,00	/KM	CM5A R\$ 792.927.869,44
6- MALHA RODOVIÁRIA PAVIMENTADA DE RONDÔNIA			
Rodovias em pista simples Pavimentada Km			1.472,70
Rodovias em pista dupla Pavimentada Km			156,74
7 - CRITÉRIOS ADOTADOS			
- REGIÃO GEOGRÁFICA: NORTE			
- MÊS BASE: ABRIL/2023			
- TIPO DE INTERVENÇÃO: IMPLANTAÇÃO			
- OBRAS DE PEQUENO PORTES			
- TIPO DE RELEVO: ONDulado			
- CANTEIRO PROVISÓRIO			
- CLASSE DE PROJETO III			

- EXTENSOES DOBRADAS PARA TRECHOS DUPLICADOS								
- ET= (PISTA DUPLA x 2 + PISTA SIMPLES)=	1.629,441	KM	289	TRECHOS DE =	5,641	KM	PMG	R\$ 2.198.697,15
'-D = MESES DE OBRA					10,0			
-K=	2							
- BDI =	25,25%	(OFICIO N° 136962/2021/ASSESSORINDPP/DNIT SEDE)						
- BDI dif =	15,00%	(Memoranda Circular nº12/2012-DIREX- Aplicação de BDI Diferenciado)						
- KBDI (SOLUÇÃO- TIPO A)=	65,50%							
8 - PREÇO MÉDIO GERENCIAL - PMG (CMG+ BDI)								
CM2=(CM2,a x D) + (CM2,b x ED	R\$159.756.222,08							
PMG = (CM1 x K + CM2 + CM3 + CM4 x ET + (\sum CM5,i x EC,i) x (1 - KBDI,i)) x (1 + BDI) + (\sum CM5,i x BDI,i) x (1 + BDI dif)	R\$ 3.582.645.085,96							
PMG	2.198.697,15	R\$/KM						
PREÇO DE REPRODUÇÃO PISTAS SIMPLES:	R\$ 3.238.021.294,49							
PREÇO DE REPRODUÇÃO PISTAS DUPLAS:	R\$ 344.623.791,47							
PREÇO DE REPRODUÇÃO TOTAL:	R\$ 3.582.645.085,96							

Tabela 7 - Preço médio de reprodução – CMG DNIT/FGV- Implantação

PREÇO MÉDIO E A TABELA DNIT/PMG

O Preço Médio de Reprodução (PMG) é uma ferramenta que estima o custo total de um projeto rodoviário, incluindo custos diretos e indiretos. Ele é desenvolvido pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) em parceria com a Fundação Getulio Vargas (FGV) e é baseado em dados históricos de custos ajustados para refletir as condições atuais do mercado. O PMG é dividido em oito grupos de custos e é utilizado para estimar o custo de serviços e materiais necessários para a construção de rodovias. A tabela 7 mostra mais de 3 bilhões de reais de reprodução totais depreciadas para a implantação de rodovias em Rondônia.

A Figura 4 foi elaborada com base em dados coletados em campo, como o tipo de obra, as dimensões, os materiais utilizados e as condições estruturais. Os dados analisados foram utilizados pelos métodos estatísticos. A Figura 4 apresenta análise dos seguintes dados:

(1)

Mobilização e desmobilização (CM1)

Este tópico inclui os custos de mobilização e desmobilização de equipamentos e pessoal para a execução da obra.

(2)

Administração local (CM2)

Este tópico inclui os custos de administração local, como salários, benefícios e custos indiretos.

(3)

Canteiro de obras (CM3)

Este tópico inclui os custos de construção do canteiro de obras, como a infraestrutura necessária para a execução da obra.

(4)

Terraplenagem, drenagem e OAC, obras complementares, sinalização e proteção ambiental (CM4)

Este tópico inclui os custos de terraplenagem, drenagem, obras complementares, sinalização e proteção ambiental.

(5)

Racionalização, aquisição e transporte de material betuminoso (CM5)

Este tópico inclui os custos de racionalização, aquisição e transporte de material betuminoso.

(6)

Malha rodoviária pavimentada de Rondônia

Este tópico inclui informações sobre a malha rodoviária pavimentada de Rondônia, incluindo o número de rodovias, a extensão pavimentada e o tipo de pista.

(7)

Critérios adotados

Este tópico inclui os critérios adotados para a elaboração da tabela de preços médios de reprodução.

(8)

O Preço Médio Gerencial (PMG)

de um projeto é calculado somando o Custo Médio de Reprodução (CMG) e o Índice de Custo Indireto (BDI). O CMG é o custo médio de reprodução de itens de custo da tabela, enquanto o BDI é um índice que representa os custos indiretos do projeto. Exemplos desses custos incluem administração, financiamento e seguro.

Figura 4 - Tipo de obra, as dimensões, os materiais utilizados e as condições estruturais.

DEPRECIAÇÃO IMPLANTAÇÃO - TABELA DE ROSS-HEIDECKE		
1 - LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO - LVC		
CLASSE 1:	664,96 Km	(Interferência corretiva anual em até 10,0 m2, num segmento de 1000 m de extensão)
CLASSE 2:	324,64 Km	(Interferência corretiva anual entre 10,0 e 50,0 m2, num segmento de 1000 m de extensão)
CLASSE 3:	114,96 Km	(Interferência corretiva anual entre 50,0 e 100,0 m2, num segmento de 1000 m de extensão)
CLASSE 4:	524,88 Km	(Interferência corretiva anual em mais de 100,0 m2, num segmento de 1000 m de extensão)
2 - ESTADOS DE CONSERVAÇÃO (Ross-Heidecke)		
CLASSE 1	Regular	
CLASSE 2	Regular e Reparos Simples	
CLASSE 3	Reparos Simples e Importantes	
CLASSE 4	Importantes	
3 - IDADE EM % DE VIDA (Ross-Heidecke)		
CLASSE 1	20%	
CLASSE 2	40%	
CLASSE 3	60%	
CLASSE 4	80%	
4 - DEPRECIAÇÃO FÍSICA - FATOR K (Ross-Heidecke)		
CLASSE 1	14,20%	
CLASSE 2	33,80%	
CLASSE 3	65,30%	
CLASSE 4	86,70%	
FATOR K PONDERADO: $(0,142*664,96+0,338*324,64+0,653*114,96+0,867*524,88) / (664,96+324,64+114,96+524,88)$ FATOR K PONDERADO: 0,4500		
5 - DEPRECIAÇÃO NA IMPLANTAÇÃO		
PMG DEPRECIADO PONDERADO		R\$ 1.612.190.288,68
PREÇO DE REPRODUÇÃO DEPRECIADO PISTAS SIMPLES		R\$ 1.780.911.711,97
PREÇO DE REPRODUÇÃO DEPRECIADO PISTAS DUPLAS		R\$ 189.543.085,31
PREÇO DE REPRODUÇÃO TOTAL DEPRECIADO		R\$ 1.970.454.797,28

Tabela 7 – Depreciação Implantação – Tabela de Ross-Heidecke.

ANÁLISE DO ORÇAMENTO ESTIMATIVOS PARA RODOVIAS NÃO PAVIMENTADAS

As estradas de terra desempenham um papel importante na conectividade e no acesso a regiões rurais e remotas, ao contrário das vias pavimentadas, elas consistem em leitos de solo natural e revestimento primário.

Tipo	Extensão	%
Rodovias em pista simples não pavimentada	3.690,86	67,15
Planejadas	170,22	3,21
Total km	3.867,08	70,36

Tabela 8 – Rodovias em Leito Natural com Revestimento Primário. Extensão Rodovias não Pavimentadas.

A classificação foi procedida conforme distribuição na tabela abaixo, em relação ao nível de enquadramento total de 3.867,08 km. As rodovias foram classificadas em 4 classes de deterioração, com percentuais por classe estimado, apresentando as quilometragens em cada nível, conforme abaixo descrito na Tabela 9.

Tipo de Classe	Extensão Km
Classe 1 – Interferência corretiva anual no percentual estimado de 25%	966,77
Classe 2 – Interferência corretiva anual no percentual estimado de 25%	1.160,12
Classe 3 – Interferência corretiva anual no percentual estimado de 25%	1.353,48
Classe 4 – Interferência corretiva anual no percentual estimado de 25%	386,71
Total Km	3.867,08

Tabela 9 – Tipos de Rodovias em Leito Natural. Nível de Enquadramento por Classe.

Orçamento Estimativo para Rodovias não Pavimentadas

O orçamento estimativo para rodovias não pavimentadas é um cálculo aproximado do custo total de construção e é usado para planejamento, gestão e tomada de decisões. É calculado a partir de dados históricos e é composto por vários itens de custo, em uma extensão previamente definida de 7,0 Km incluindo terraplanagem, base (revestimento primário), transporte e obras complementares e corresponde um total de R\$ 4.335.307,53, para 1 km o valor corresponde a R\$ 619.329,65, dessa forma, para extensão de 3.867,08 km, corresponde o valor total de R\$ 2.394.997.291,34 depreciados.

Os dados na Tabela 10, na análise é fácil notar que é significativo, ou seja, representa um investimento importante para o desenvolvimento do estado de Rondônia. Esse valor é o resultado da soma dos custos de todos os itens envolvidos na construção de rodovias não pavimentadas, incluindo os custos diretos e indiretos.

PREÇO MÉDIO DE REPOSIÇÃO - IMPLANTAÇÃO REVESTIMENTO PRIMÁRIO - DER-RO									
OBRA		Preço Médio de Reprodução (leito Natural)	DATA:		23/05/2023	BDI: 24,29			
DESCRÍÇÃO:		Trecho Orçado: 7,0 km de Leito Natural com 10Cm Cascalho-largura de 7,0m							
UNIDADE: KM		7			SICRO NOVO	202301	-		
VALOR / KM:		R\$ 619.329,65				-	-		
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	FONTE	UND	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO R\$	BDI	PREÇO TOTAL R\$	
1	SEM CODIGO 01	ADMINISTRAÇÃO LOCAL -	NOVO SICRO 04.2023	P/MÊS	1,0000	R\$ 246.312,00	24,29%	R\$ 306.141,18	
2	SEM CODIGO 02	CANTEIRO DE OBRA - PERMANENTE	NOVO SICRO 04.2023	P/MÊS	1,0000	R\$ 249.023,17	24,29%	R\$ 309.510,89	
3	SEM CODIGO 03	MOBILIZAÇÃO / DESMOBILIZAÇÃO - EQUIPAMENTOS RODANTES	NOVO SICRO 04.2023	CJ	1,0000	R\$ 62.374,36	24,29%	R\$ 77.525,09	
4	SEM CODIGO 04	MOBILIZAÇÃO / DESMOBILIZAÇÃO - EQUIPAMENTOS PESADOS	NOVO SICRO 04.2023	CJ	1,0000	R\$ 125.103,61	24,29%	R\$ 155.491,28	
5	5501700	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA - ÁRVORES COM DIÂMETROS MENORES DE 15 CM - BDI = 20,48	NOVO SICRO 04.2023	m2	152.320,00	R\$ 0,56	24,29%	R\$ 106.018,38	
6	5502985	LIMPEZA MECANIZADA DE CAMADA VEGETAL	NOVO SICRO 04.2023	m ²	53.312,00	R\$ 0,47	24,29%	R\$ 31.142,90	
7	4413942	ESPALHAMENTO DE MATERIAL BOTA FORA	NOVO SICRO 04.2023	m ³	4.442,67	R\$ 1,65	24,29%	R\$ 9.110,96	
8	5502820	TRANSPORTE DE ENTULHOS - CAMINHO DE SERVIÇOS EM REVESTIMENTO PRIMÁRIO DMT 1.000 A 1.200	NOVO SICRO 04.2023	m ³	4.442,67	R\$ 21,08	24,29%	R\$ 116.399,43	
9	5502825	ESCAVAÇÃO, CARGA, E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1 ^a CAT. NA DISTÂNCIA DE 3.000M - CAMINHO DE SERVIÇOS LEITO NATURAL - COM CARREGADEIRA E CAMINHÃO DE 14N ³	NOVO SICRO 04.2023	m3	30.464,00	R\$ 16,76	24,29%	R\$ 634.595,71	
10	4016096	ESCAVAÇÃO E CARGA MAT. DE JAZIDA - COM ESCAVADEIRA HIDRAULICA	NOVO SICRO 04.2023	m3	16.581,12	R\$ 1,65	24,29%	R\$ 34.004,31	
11	4015612	EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO PRIMARIO C/ MATERIAL DE JAZIDA	NOVO SICRO 04.2023	m ³	130.560,00	R\$ 12,87	24,29%	R\$ 2.088.453,82	
12	4011209	REGULARIZAÇÃO DE SUBLEITO	NOVO SICRO 04.2023	M ²	130.560,00	R\$ 1,20	24,29%	R\$ 194.727,63	
13	1600966	REMOÇÃO E RECOLAÇÃO DE CERCA -	NOVO SICRO 04.2023	M	21.760,00	R\$ 0,74	24,29%	R\$ 20.013,67	
14	5502978	COMPACTAÇÃO A 100% DO PROCTOR NORMAL -	NOVO SICRO 04.2023	m3	39.168,00	R\$ 5,18	24,29%	R\$ 252.172,28	
TOTAL							R\$ 4.335.307,53		
PREÇO/KM							R\$ 619.329,65		
PREÇO TOTAL PARA 3,687,08 Km							2.394.997,291,34		

Tabela 10 – Preço Médio de Reposição – Implantação Revestimento Primário – DER-RO/ Orçamento Estimativo de Preço Médio de Reposição – Revestimento Primário.

Item	Nível de Deterioração	Km	Percentual de Quantidade	Depreciação Física Ross-Heidecke	Média Ponderada
Classe 1	Regular	966,77	25,00%	14,20%	0,035500000
Classe 2	Entre Regular e Reparos Simples	1.160,12	30,00%	33,80%	0,101399650
Classe 3	Reparos Simples e Importantes	1.353,48	35,00%	65,30%	0,228550338
Classe 4	Reparos Importantes	386,71	10,00%	86,70%	0,086700448
Depreciação Ponderada					45,22%

Tabela 11 – Depreciação Ponderada Rodovia não Pavimentadas- Estimada/
Depreciação Ponderada Rodovia Vicinal/Leito Natural.

A tabela 11, demonstra os dados da depreciação ponderada da rodovia vicinal com revestimento primário/leito natural conforme a tabela Ross-Heidecke, com o estado de conservação de reparo regular a reparos importantes - ponderado, e a idade depreciado, apresentando-se a depreciação física ponderada de 45,22%. O valor total da avaliação dessas rodovias é de R\$ 1.312.098.220,63. E valor pode ser utilizado para fins de planejamento e gestão da infraestrutura rodoviária do Estado.

Tabela de Ross-Heidecke	
Estado de Conservação (Ross-Heidecke) - 3	Reparo entre Regular e Importante - Ponderado
Idade em % de Vida (Ross-Heidecke)	20% - 40% - 60% -80%
Depreciação Física – Fator K (Ross-Heidecke)	45,22%
Depreciação nas Rodovias de Leito Natural	R\$ 1.082.899.070,71
Preço de Reprodução Depreciado Total:	R\$ 1.312.098.220,63

Tabela 12 – Depreciação Rodovia Vicinal com Revestimento Primário/Leito Natural.

Nível de Deterioração	Estado de Conservação	Idade em % de Vida Útil	Depreciação Física Ross-Heidecke
Classe 1	Regular	20%	14,20%
Classe 2	Entre Regular e Reparos Simples	40%	33,80%
Classe 3	Reparos Simples e Importantes	60%	65,30%
Classe 4	Reparos Importantes	80%	86,70%

Tabela 13 – Estado de Conservação de rodovias não pavimentadas/
Depreciação Rodovia Vicinal/Leito Natural.

DEPRECIAÇÃO IMPLANTAÇÃO - TABELA DE ROSS-HEIDECKE				
RODOVIAS NÃO PAVIMENTADAS				
1 - PERCENTUAL DOS QUANTITATIVOS ESTIMADOS POR CLASSE				
CLASSE 1:	966,77 Km	Interferência corretiva anual no percentual estimado de 25% sobre a extensão total de 3.687,08 Km		
CLASSE 2:	1.160,12 Km	Interferência corretiva anual no percentual estimado de 30% sobre a extensão total de 3.687,08 Km		
CLASSE 3:	1.353,48 Km	Interferência corretiva anual no percentual estimado de 35% sobre a extensão total de 3.687,08 Km		
CLASSE 4:	386,71 Km	Interferência corretiva anual no percentual estimado de 10% sobre a extensão total de 3.687,08 Km		
2 - ESTADOS DE CONSERVAÇÃO (Ross-Heidecke)				
CLASSE 1	Regular			
CLASSE 2	Regular e Reparos Simples			
CLASSE 3	Reparos Simples e Importantes			
CLASSE 4	Importantes			
3 - IDADE EM % DE VIDA (Ross-Heidecke)				
CLASSE 1	20%			
CLASSE 2	40%			
CLASSE 3	60%			
CLASSE 4	80%			
4 - DEPRECIAÇÃO FÍSICA - FATOR K (Ross-Heidecke)				
CLASSE 1	14,20%			
CLASSE 2	33,80%			
CLASSE 3	65,30%			
CLASSE 4	86,70%			
FATOR K PONDERADO: $(0,142*966,77+0,338*1.160,12+0,653*1.353,48+0,867*386,71) / (966,77+1.160,12+1.353,48+386,71)$				
FATOR K PONDERADO: 0,4522				
5 - DEPRECIAÇÃO NA IMPLANTAÇÃO				
PMG DEPRECIADO PONDERADO	R\$ 1.082.899.070,71			
PREÇO DE REPRODUÇÃO DEPRECIADO PISTAS SIMPLES	R\$ 1.312.098.220,63			
PREÇO DE REPRODUÇÃO TOTAL DEPRECIADO	R\$ 1.312.098.220,63			

Tabela 14 – Utilização do Método- Ross-Heidecke/
Rodovias Estadualizadas não Pavimentadas.

OBRAS DE ARTE ESPECIAIS – OAE'S EM RODOVIAS ESTADUALIZADAS

As Obras de arte especiais - OAE's são estruturas que permitem a passagem de veículos, pedestres ou outros meios de transporte sobre, ou sob obstáculos naturais, ou artificiais. E são essenciais para a infraestrutura rodoviária, pois permitem a continuidade da via mesmo na presença de obstáculos. Podendo ser classificadas em diferentes tipos, de acordo com o material de construção, a estrutura e a função.

Os principais tipos de OAE's são: (a) **Pontes**: estruturas que permitem a passagem de veículos ou pedestres sobre obstáculos naturais, como rios, lagos ou ravinas; (b) **Viadutos**: estruturas que permitem a passagem de veículos ou pedestres sobre

obstáculos artificiais, como ferrovias, rodovias ou vias urbanas. (c) **Passarelas**: estruturas que permitem a passagem de pedestres sobre obstáculos naturais ou artificiais. E (c)**Túneis**: estruturas que permitem a passagem de veículos ou pedestres sob obstáculos naturais, como rios, lagos ou ravinas.

A Importância da Avaliação de OAE's e Valor Residual das OAE's

A avaliação de OAE's é um processo importante para o planejamento e gestão da infraestrutura rodoviária. O valor da avaliação pode ser utilizado para fins como:

Priorizar a manutenção e a conservação das OAE's: o valor da avaliação pode ser utilizado para identificar as OAE's que estão em estado de conservação mais precário e, portanto, precisam ser priorizadas para manutenção e conservação.

Ao investir na construção de novas OAE's: o valor da avaliação pode ser utilizado para estimar o custo de construção de novas OAE's, o que pode auxiliar na tomada de decisão sobre a viabilidade de novos projetos. Além disso, buscar financiamento para a melhoria das OAE's: o valor da avaliação pode ser utilizado para obter financiamento para a melhoria das OAE's, seja por meio de empréstimos, financiamentos ou parcerias público-privadas.

A Vida útil de Pontes de Concreto e Mistas corresponde a 50 Anos, enquanto a vida útil de Pontes e Pontilhões de Madeira corresponde a 5 Anos, com base a garantia legal do Código Civil Art. 618.

Para a estimação do estado de conservação e do percentual da vida útil, utilizou-se o estudo/diagnóstico das OAE's da Malha Rodoviária do Estado de Rondônia com base no Decreto N° 27.282-29.06.2022, e o Levantamento Visual Contínuo – LVC, fornecido pela empresa RTA Engenheiros Consultores LTDA.

Pelo estudo/diagnóstico das OAE's, as mesmas foram classificadas, conforme levantamento realizado em campo pelo Engenheiro Civil Paulo de Tarso de Sousa Tupan CREA-MA Nº 2613/D, pela Coordenadoria de Usinas de Asfalto (COUSA), Coordenadoria Administrativa e Financeira (CAF) em 5 níveis de deterioração, apresentando as áreas de tabuleiro em cada nível. E ponderando-se as quilometragens das rodovias e as áreas dos tabuleiros com os percentuais de depreciação para cada nível/classe, chegou-se nos percentuais médios de depreciação abaixo. E por fim, considerando a metodologia de avaliação exposta nos itens anteriores, com as devidas padronizações, seguem os percentuais ponderados para cada tipo de OAE's apresentamos os valores Tabela 15, isto é:

Tipo de Pontes	%
Pontes de Concreto	37,44
Pontes de Madeira	28,44
Pontes Mistas (concreto/aço)	10,90
Pontes Mistas (madeira/concreto)	0,95
Pontilhão (madeira/aço)	0,47
Pontilhão de madeira	21,80

Tabela 15 – Tabela do Percentual das OAE's.

Demonstração dos Quantitativos de Obras de Artes Especiais - OAE's

A imagem abaixo mostra uma tabela que apresenta os dados de avaliação das Obras de Arte Especiais - OAE's do estado de Rondônia. O decreto estadual n.º 27.282/2022, de 29 de junho de 2022, autorizou a avaliação desses bens, que é um processo que envolve a determinação do valor de mercado desses bens tangíveis.

A tabela 16 mostra que o estado de Rondônia possui um total de 211 OAE's, sendo 79 pontes de concreto, 23 pontes mistas (concreto/aço), 2 pontes mistas (concreto/madeira), 60 pontes de madeira, 1 pontilhão de madeira/aço e 46 pontilhões de madeira.

A extensão total das OAE's é de 7.446,40 metros, sendo 4.045,52 metros de pontes de concreto, 854,24 metros de pontes mistas (concreto/aço), 88,40 metros de pontes mistas (concreto/madeira), 1.899,94 metros de pontes de madeira, 18,10 metros de pontilhão de concreto/aço e 527,40 metros de pontilhões de madeira.

QUANTITATIVOS DAS OBRAS DE ARTES ESPECIAIS - OAE'S			
TIPOLOGIA	QUANTIDADE	EXTENSÃO m	AREA DA PONTE / PONTILHÃO - m²
PONTE CONCRETO	79	4.045,52	32.738,59
PONTE MISTA (CONCRETO / AÇO)	23	854,24	6.048,44
PONTE MISTA (CONCRETO / MADEIRA)	2	88,40	377,30
PONTE MADEIRA	60	1.899,94	9.039,71
PONTILHÃO (MADEIRA / AÇO)	1	18,10	72,40
PONTILHÃO MADEIRA	46	527,40	2.128,65
TOTAL	211	7.443,60	50.405,09

Tabela 16 - Quantitativos das OAE's Estadualizadas.

AVALIAÇÃO DOS BENS DE INFRAESTRUTURA - PONTES						
BENS DE INFRAESTRUTURA	UNID.	ÁREA	PREÇO MÉDIO R\$/M ²	PREÇO DE REPRODUÇÃO	% DEPRECIAÇÃO	PREÇO DEPRECIAO
Obras de Arte Especiais - OAE - Ponte Concreto - Uma Via	m ²	4.058,30	9.615,46	R\$ 39.022.418,43	22,46%	R\$ 30.258.398,33
Obras de Arte Especiais - OAE - Ponte Concreto - Duas Vias	m ²	28.680,29	11.663,31	R\$ 334.507.165,64	22,46%	R\$ 259.380.414,37
Obras de Arte Especiais - OAE - Pontes Mistas - (Concreto / Aço) - Uma Via	m ²	1.811,55	13.538,99	R\$ 24.526.504,532	28,07%	R\$ 17.641.261,52
Obras de Arte Especiais - OAE - Pontes Mistas - (Concreto / Aço) - Duas Vias	m ²	4.236,89	14.398,17	R\$ 61.003.448,093	28,07%	R\$ 43.878.155,57
Obras de Arte Especiais - OAE - Pontes Mistas - (Concreto / Madeira) - Uma Via	m ²	377,30	5.317,21	R\$ 2.006.183,988	56,37%	R\$ 875.268,35
Obras de Arte Especiais - OAE - Ponte de Madeira	m ²	9.039,71	3.272,20	R\$ 29.579.752,805	42,83%	R\$ 16.910.919,60
Obras de Arte Especiais - OAE - Pontilhões (Madeira / Aço)	m ²	72,40	4.154,59	R\$ 300.792,583	41,00%	R\$ 177.467,62
Obras de Arte Especiais - OAE - Pontilhões	m ²	2.128,65	3.272,20	R\$ 6.965.365,58	48,46%	R\$ 3.589.923,45
TOTAL				R\$ 497.911.631,67		R\$ 372.711.808,82

Tabela 17 - Avaliação de Bens de Infraestrutura/Pontes Estadualizadas.

CLASSIFICAÇÃO PONTES m ²	ESTADO DE CONSERVAÇÃO						
	TIPOLOGIA	ALTO	MÉDIO	BAIXO	CRÍTICO	SOFRÍVEL	TOTAL GERAL
PONTE CONCRETO	3.579,24	5.978,01	21.085,84	1.322,66	772,84		32.738,59
PONTE MADEIRA	2.150,93	1.081,02	2.806,69	2.002,01	999,07		9.039,07
PONTE MISTA (CONCRETO / AÇO)	1.784,14	1.041,01	2.878,20	345,09	-		6.048,44
PONTE MISTA (CONCRETO / MADEIRA)	213,30	-	-	164,00	-		377,30
PONTILHÃO (MADEIRA / AÇO)	-	72,40	-	-	-		72,40
PONTILHÃO MADEIRA	480,62	700,89	586,80	300,07	60,28		2.128,65
TOTAL GERAL	8.249,19	8.873,34	27.357,53	4.133,82	1.832,18		50.446,05

Tabela 18 - Estado de Conservação/Pontes Estadualizadas.

Já a tabela 18, apresenta os dados de avaliação das obras de arte especiais (OAEs) do estado de Rondônia. O decreto estadual nº 27.282/2022, de 29 de junho de 2022, autorizou a avaliação desses bens, que é um processo que envolve a determinação do valor de mercado dos bens tangíveis.

O Método de Depreciação de Ross-Heidecke

Quando uma avaliação é feita pelo Método da Quantificação do Custo, o valor das benfeitorias, no estado novo, é estimado pela reprodução dos custos de seus componentes e o resultado é obtido subtraindo-se a parcela relativa à depreciação da benfeitoria. O método de Ross-Heidecke sugere o cálculo da depreciação física levando em conta o estado de conservação e a idade aparente, utilizando geralmente a vida útil da estrutura.

A depreciação física ocorre em função de causas próprias do imóvel como a idade, o desgaste físico sofrido ao longo da vida pela sua utilização, exposição ao tempo, falta de manutenção, etc. A depreciação física deverá corresponder a quantidade que se deve investir em uma eventual intervenção no imóvel que o reestruture com a sua situação equiparado a nova. O cálculo de depreciação foi considerado em relação aos tipos de intervenção específica, ou seja, conforme o caso. Em relação ao preço referenciado de pontes foi baseado no processo SEI n.º 0009.081378/2022-30.

Portanto, o Tipo de Intervenção técnica de engenharia, podem ser: Pista com asfalto e sem asfalto; Pontes de Concreto; Pontes Mistas (Concreto/Aço); Pontes Mistas (Concreto/Madeira); Pontes Mistas (Aço/Madeira), Pontes; e Pontilhões de Madeira, conforme as Tabelas de 19 até 22.

TABELA - VIDA ÚTIL DE PROJETO (VUP)	
SISTEMA	VUP MÍNIMA EM ANOS
Estrutura	> 50 ANOS conforme ABNT NBR 8681
Pisos internos	> 13
Vedações vertical externa	> 40
Vedações vertical interna	> 20
Cobertura	> 20
Hidrossanitário	> 20
Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo manual e uso operação e manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à ABNT NBR 14037	

Tabela 19- Estado de Conservação de Pontes.

DEPRECIAÇÃO OAE's - TABELA DE ROSS-HEIDECKE				
1 - DIAGNÓSTICO DE PONTES				
BAIXO	27.357,53	m ²		
MÉDIO	8.873,34	m ²		
ALTO	8.208,23	m ²		
CRÍTICO	4.133,82	m ²		
SOFRÍVEL	1.832,18	m ²		
2 - ESTADOS DE CONSERVAÇÃO (Ross-Heidecke)				
BAIXO	Regular			
MÉDIO	Entre Regular e Reparos Simples			
ALTO	Reparos Simples			
CRÍTICO	Reparos Simples e Importantes			
SOFRÍVEL	Reparos Importantes			
3 - IDADE EM % DE VIDA (Ross-Heidecke)				
BAIXO	16%			
MÉDIO	32%			
ALTO	48%			
CRÍTICO	64%			
SOFRÍVEL	80%			
4 - DEPRECIAÇÃO FÍSICA - FATOR K (Ross-Heidecke)				
BAIXO	11,60%			
MÉDIO	27,50%			
ALTO	47,20%			
CRÍTICO	68,30%			
SOFRÍVEL	86,70%			
FATOR K PONDERADO: (0,0836847225467065+0,0371646893300392+0,0424606872487764+0,0245915332326549+0,0151477 011531359)				
FATOR K PONDERADO: 0,2030				
5 - DEPRECIAÇÃO NAS OBRAS DE ARTE ESPECIAIS				
PMG (PEQUENO PORTE)	R\$/m ²	PREÇO DE REPRODUÇÃO OAE PEQ. PORTE	R\$ 334.545.295,24	
PMG (MÉDIO PORTE)	R\$/m ²	PREÇO DE REPRODUÇÃO OAE MED. PORTE	R\$ 38.166.513,58	
PMG (GRANDE PORTE)	R\$/m ²	PREÇO DE REPRODUÇÃO OAE GRAN. PORTE	R\$ 0,00	
PREÇO DE REPRODUÇÃO TOTAL			R\$ 372.711.808,82	

Tabela 20 - Depreciação -OAE's.

PREÇO MÉDIO DE REPRODUÇÃO - CMG DNIT/FGV - PONTES					
1 - MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO - CM1					
- PORTE PEQUENO (SOLUÇÃO-TIPO III)	R\$ 65.154,00	/ Unid.			
- PORTE MÉDIO (SOLUÇÃO-TIPO II)	R\$ 78.403,00	/ Unid.			
- PORTE GRANDE (SOLUÇÃO-TIPO II)	R\$ 82.609,00	/ Unid.			
2 - ADMINISTRAÇÃO LOCAL - CM2 / PARCELAS FIXA E VINCULADA (A)					
- PORTE PEQUENO (SOLUÇÃO-TIPO III)	R\$ 186.903,00	/ Unid.			
- PORTE MÉDIO (SOLUÇÃO-TIPO II)	R\$ 324.548,00	/ Unid.			
- PORTE GRANDE (SOLUÇÃO-TIPO II)	R\$ 461.362,00	/ Unid.			
PARCELA VARIÁVEL (B)					
- SOLUÇÃO-TIPO I	R\$ 24,00	/ m ²			
- SOLUÇÃO-TIPO II	R\$ 25,00	/ m ²			
- SOLUÇÃO-TIPO III	R\$ 44,00	/ m ²			
3 - CANTEIRO DE OBRAS - CM3					
- PORTE PEQUENO (SOLUÇÃO-TIPO III)	R\$ 1.074.583,00	/ Unid.			
- PORTE MÉDIO (SOLUÇÃO-TIPO II)	R\$ 2.067.063,00	/ Unid.			
- PORTE GRANDE (SOLUÇÃO-TIPO II)	R\$ 2.205.008,00	/ Unid.			
4 - INFRAESTRUTURA, MESOESTRUTURA E SUPERESTRUTURA - CM4					
- SOLUÇÃO-TIPO I	R\$ 4.421,00	/ m ²			
- SOLUÇÃO-TIPO II	R\$ 7.715,00	/ m ²			
- SOLUÇÃO-TIPO III	R\$ 7.264,00	/ m ²			
5 - SERVIÇOS COMPLEMENTARES - CM5					
- SOLUÇÃO-TIPO I	R\$ 98,00	/ m ²			
- SOLUÇÃO-TIPO II	R\$ 76,00	/ m ²			
0	R\$ 133,00	/ m ²			
6 - PONTES CATALOGADAS					
PORTE PEQUENO (C < 150m/a)	Concreto, Mistas, Madeira e Ponilhões	209	Unid	46.184,93	m ²
PORTE MÉDIO (150 < C < 300m/a)	Concreto, Mistas, Madeira e Ponilhões	2	Unid	4.220,16	m ²
PORTE GRANDE (C > 300m/a)	Concreto, Mistas, Madeira e Ponilhões	0	Unid	0,00	m ²
7 - CRITÉRIOS ADOTADOS					
- REGIÃO GEOGRÁFICA: NORTE					
- MÊS BASE: JULHO/2023					
- TIPO DE INTERVENÇÃO: PONTE					
- CANTEIRO PRÓVISÓRIO					
- D = 6 MESES DE OBRA (PORTE PEQUENO)					
- D = 12 MESES DE OBRA (PORTE MÉDIO)					
- D = 24 MESES DE OBRA (PORTE GRANDE)					
- K = 2					
- BDI PP = DER					
- BDI MP = DER					
- BDI GP = DER					
8 - PREÇO MÉDIO GERENCIAL - PMG (CMG + BDI) - UTILIZADO DER					
CM2 = (CM2,a x D) + (CM2,b x AT)					
PMG = (CM1 x K + CM2 + CM3 + (CM4 + CMS) x A) x BDI					
PMG (PEQUENO PORTE)				R\$ /M ²	
PMG (MÉDIO PORTE)				R\$ /M ²	
PMG (GRANDE PORTE) =				R\$ /M ²	
PREÇO DE REPRODUÇÃO OAE PEQUENO PORTE:				R\$ 448.690.597,34	
PREÇO DE REPRODUÇÃO OAE MÉDIO PORTE:				R\$ 49.221.034,33	
PREÇO DE REPRODUÇÃO OAE GRANDE PORTE:				R\$ 0,00	
PREÇO DE REPRODUÇÃO TOTAL:				R\$ 497.911.631,67	

Tabela 21 - Preço Médio de Reprodução – CMG.

AVALIAÇÃO DOS BENS DE INFRAESTRUTURA - RODOVIAS E PONTES						
BEM DE INFRAESTRUTURA	UNID.	EXTENSÃO / ÁREA	PREÇO MÉDIO R\$/M ²	PREÇO DE REPRODUÇÃO	% DEPRECIAÇÃO	PREÇO DEPRECIADO
Rodovias Pavimentadas de Pistas Duplas (Lado Direito e Esquerdo)	Km	156,74	2.198.697,15	R\$ 344.623.791,47	45,00%	R\$ 189.543.085,31
Rodovias Pavimentadas de Pistas Simples	Km	1.472,70	2.198.697,15	R\$ 3.238.021.294,49	45,00%	R\$ 1.780.911.711,97
Rodovias em Leito Natural	Km	3.867,08	619.329,65	R\$ 2.394.997.291,34	45,22%	R\$ 1.312.098.220,63
Obras de Arte Especiais - OAE - Ponte Concreto - Uma Via	m ²	4.058,30	9.615,46	R\$ 39.022.418,43	22,46%	R\$ 30.258.398,33
Obras de Arte Especiais - OAE - Ponte Concreto - Duas Vias	m ²	28.680,29	11.663,31	R\$ 334.507.165,64	22,46%	R\$ 259.380.414,37
Obras de Arte Especiais - OAE - Pontes Mistas - Uma Via	m ²	1.811,55	13.538,99	R\$ 24.526.504,532	28,07%	R\$ 17.641.261,52
Obras de Arte Especiais - OAE - Pontes Mistas - Duas Vias	m ²	4.236,89	14.398,17	R\$ 61.003.448,093	28,07%	R\$ 43.878.155,57
Obras de Arte Especiais - OAE - Pontes Mistas - (Concreto / Madeira) - Uma Via	m ²	377,30	5.317,21	R\$ 2.006.183,988	56,37%	R\$ 875.268,35
Obras de Arte Especiais - OAE - Ponte de Madeira	m ²	9.039,71	3.272,20	R\$ 29.579.752,805	42,83%	R\$ 16.910.919,60
Obras de Arte Especiais - OAE - Pontilhões (Madeira / Aço)	m ²	72,40	4.154,59	R\$ 300.792,583	41,00%	R\$ 177.467,62
Obras de Arte Especiais - OAE - Pontilhões	m ²	2.128,65	3.272,20	R\$ 6.965.365,58	48,46%	R\$ 3.589.923,45
				R\$ 497.911.631,67		
						R\$ 372.711.808,82

Nota - Paulo de Tarso de Sousa Tupan

Tabela 22- Geral dos Bens de Infraestrutura Reavaliados – DER.

Nota: A coluna da informação do preço depreciado corresponde a totalidade do valores inventariados e reavaliados dos bens.

AS RODOVIAS NÃO ESTADUALIZADAS

Conforme o Decreto Estadual n. 27.282/2022 que dispõe dos trechos estadualizados e com intenção futura de estadualizar, os valores foram avaliados, por estimativa, conforme tabela 23, abaixo:

AVALIAÇÃO DOS BENS DE INFRAESTRUTURA - RODOVIAS NÃO ESTADUALIZADAS						
BEM DE INFRAESTRUTURA	UNID.	EXTENSÃO / ÁREA	PREÇO MÉDIO R\$/M ²	PREÇO DE REPRODUÇÃO	% DEPRECIAÇÃO	PREÇO DEPRECIADO
Rodovias Pavimentadas de Pistas Duplas (Lado Direito e Esquerdo)	Km	2,48	2.198.697,15	R\$ 5.452.768,93	45,00%	R\$ 2.999.022,91
Rodovias Pavimentadas de Pistas Simples	Km	26,49	2.198.697,15	R\$ 58.243.487,53	45,00%	R\$ 32.033.918,14
Rodovias em Leito Natural	Km	1.441,57	619.329,65	R\$ 892.807.039,23	45,22%	R\$ 489.123.946,73
TOTAL		1.470,54		R\$ 956.503.295,70		R\$ 524.156.887,79

Tabela 23 - Rodovias não Estadualizadas.

Destarte, a tabela 23 acima mostra a avaliação dos bens de infraestrutura rodoviária de rodovias não estadualizadas do estado de Rondônia. O valor total da avaliação dos bens de infraestrutura rodoviárias não estadualizadas do estado de Rondônia é de R\$ 524.156.887,79. Conta com um total de 1.470,54 km, sendo 2,48 km de rodovias pavimentadas de pistas duplas, 26,49 km de rodovias pavimentadas de pistas simples e 1.441,57 km de rodovias com revestimento primário e leito natural.

De fato, esse valor pode ser utilizado para fins de planejamento e gestão da infraestrutura rodoviária do estado. Por exemplo, o estado pode utilizar esse valor para: (a) Priorizar a manutenção e a conservação das rodovias; (b) Investir na construção de novas rodovias; e (c) Buscar financiamento para a melhoria da infraestrutura rodoviária.

OBRAS DE ARTES ESPECIAIS NÃO ESTADUALIZADAS

A gestão e avaliação dos bens de infraestrutura não estadualizadas é importante para o desenvolvimento do estado de Rondônia. De fato, o valor da avaliação pode ser utilizado para melhorar a qualidade de vida da população e promover o desenvolvimento econômico do estado. As Obras de Artes Especiais - OAE's, assim como as rodovias, contam com uma parte a serem estadualizadas, em um total de 52 pontes, compondo uma área total de 12.791,36 m², e R\$ 125.100.321,57 como o valor de preço de reprodução, totalizando um valor depreciado correspondente a R\$ 93.484.121,91, conforme a tabela 23.1, a seguir:

AVALIAÇÃO DOS BENS DE INFRAESTRUTURA - OAE'S						
BEM DE INFRAESTRUTURA	UNID.	ÁREA	PREÇO MÉDIO R\$/M ²	PREÇO DE REPRODUÇÃO	% DEPRECIAÇÃO	PREÇO DEPRECIAIDO
Obras de Arte Especiais - OAE - Ponte Concreto - Duas Vias	m ²	8.134,22	11.663,31	R\$ 94.871.882,81	22,06%	R\$ 73.938.945,31
Obras de Arte Especiais - OAE - Pontes Mistas - (Concreto / Aço) - Duas Vias	m ²	1.316,00	14.398,17	R\$ 18.947.991,72	29,26%	R\$ 13.403.494,80
Obras de Arte Especiais - OAE - Pontes Mistas - (Concreto / Madeira) - Uma Vias	m ²	169,95	5.317,21	R\$ 903.660,13	56,37%	R\$ 394.253,53
Obras de Arte Especiais - OAE - Ponte de Madeira	m ²	1.902,60	3.272,20	R\$ 6.225.690,34	43,56%	R\$ 3.513.551,60
Obras de Arte Especiais - OAE - Pontilhões	m ²	1.268,60	3.272,20	R\$ 4.151.096,56	46,19%	R\$ 2.233.876,67
SUB-TOTAIS:		12.791,36		R\$ 125.100.321,57		R\$ 93.484.121,91
				VALOR TOTAL:		R\$ 93.484.121,91

Tabela 23.1 - Obras de Artes Especiais não Estadualizadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão de indicadores e o inventário de bens de infraestrutura são instrumentos e ferramentas para garantir a qualidade na gestão eficiente dos ativos do Departamento Estadual de Estradas e Rodagem e Transportes. A implementação das recomendações propostas contribuirá significativamente para a otimização dos recursos e a maximização da vida útil dos ativos.

Dessa forma, consoante aos procedimentos estabelecidos pelo Departamento Estadual de Estradas de Rodagem e Transporte (DER) para o inventário de bens de infraestrutura, este documento fornecerá aos cidadãos informações sobre as ações realizadas, incluindo a construção de estradas e pontes. É inegável que a qualidade da infraestrutura tem um impacto significativo no desenvolvimento econômico e social de cada região do Estado.

Portanto, o objetivo deste artigo é dar subsídios a evidenciação contábil nas demonstrações financeiras e patrimoniais e para a realização de trabalho na área de planejamento, especificamente na área rodoviária, com eficiência para transformar a vida dos rondonienses, mantendo a transparência em todas as ações do Estado de Rondônia.

De forma geral, o capítulo do livro foi baseado no banco de dados disponível até novembro de 2023. E os Indicadores definidos de acordo com aplicação rigorosa das normas brasileiras, como a NBR 9452, são indispensáveis para gestão de avaliação eficaz da infraestrutura rodoviária e OAEs. A integração de métodos quantitativos e qualitativos e o emprego das tecnologias emergentes fortalecem a gestão e engenharia de manutenção desses bens essenciais, assegurando sua funcionalidade, segurança e longevidade.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. DNIT Desenvolvimento e Projetos. https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/desenvolvimento-e-projetos/_1_Guiade_Analise_Leituradigital_V3_.pdf. 2025a
- BRASIL. TRANSPORTES. https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transporte-terrestre/rodovias-federais/Manual_9761425_Manual_dos_Indicadores_2025.pdf. 2025b
- BRASIL DNIT Planejamento e pesquisa. https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipl/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT_010_2004_PRO. 2025c
- BRASIL. DNIT pontes. https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipl/coletanea-de-manuais/vigentes/7_09_manual_de_inspecao_de_pontes_rodoviarias.pdf. 2025d
- BRASIL. ANTT Fiscalização. <https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/rodovias/fiscalizacao-da-infraestrutura-rodoviaria>. 2025e.
- BRASIL MCTI Detalhes de Rodovias. <http://adaptabrasil.mcti.gov.br/detalhes-rodovias>
8. https://phd.eng.br/wp-content/uploads/2017/04/Mestrado_MarcosMitre.pdf 2025f.
- DER. Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. Instrução de Inspeção apresenta os procedimentos. <https://revistaeninfra.dnit.gov.br/index.php/inicio/article/view/62/68>. 2025a.
- DER. Arquivos São Paulo.http://www.der.sp.gov.br/WebSite/Arquivos/normas/IP-DE-C00-009_B.pdf. 2025b.
- RFS. O que é a NBR 9452 para obras de arte especiais. . <https://www.rfsengenharia.com.br/o-que-e-a-nbr-9452-para-obras-de-arte-especiais/> 2025.