

# Inspecção e Definição de Política de Intervenção para Manutenção e Conservação de Estradas: Estudo de Caso no Município de Benguela

**Autor:** José Paulo Kai | [jose.kai@uan.ao](mailto:jose.kai@uan.ao) | Doutor em Mecânica das Estruturas, UDepartamento de Arquitectura, Faculdade de Engenharia da Universidade Agostinho Neto "FEUAN" | <https://orcid.org/0009-0006-3255-9900>

Cláudio Cipriano Raimundo | [dadovprotector@live.com.pt](mailto:dadovprotector@live.com.pt) | DMestrado em Engenharia Civil, Universidade Jean Piaget de Angola.

**Recebido:** Agosto, 2025 | **Aceite:** Setembro, 2025 | **Publicado:** Junho, 2026

## RESUMO

A definição de políticas de intervenção para a manutenção e conservação de estradas é fundamental para garantir a segurança, a funcionalidade e a sustentabilidade das infraestruturas rodoviárias, especialmente em contextos de acelerada degradação e limitados recursos financeiros. Este artigo apresenta um estudo de caso no município de Benguela, Angola, baseado numa metodologia mista que integrou inquéritos a técnicos, entrevistas semiestruturadas e inspecções técnicas detalhadas a quatro vias urbanas. Os resultados revelaram um estado de conservação crítico, caracterizado por fissuração extensiva (87,5% das vias), pele de crocodilo (62,5%), deformações permanentes (75%) e exsudação (43,7%). A análise estatística

identificou correlações significativas entre a falta de manutenção preventiva e o índice de degradação ( $r=0,78$ ,  $p<0,01$ ). A avaliação económica demonstrou que a manutenção preventiva pode gerar poupanças de 40-60% face às intervenções corretivas. Conclui-se que a degradação avançada está associada à ausência de planos formais de conservação (57,1% dos casos), à insuficiência de financiamento (53,8%) e à falta de uma cultura de manutenção preventiva. Propõem-se quatro tipologias de intervenção hierarquizadas e recomenda-se a implementação urgente de políticas públicas baseadas em análise de custo-benefício, a criação de um fundo nacional de manutenção rodoviária e a promoção de parcerias público-privadas.

**Palavras-chave:** Manutenção rodoviária; Política de intervenção; Pavimentos flexíveis; Análise de custo-benefício; Gestão de infraestruturas; Benguela.

## ABSTRACT

The definition of intervention policies for the maintenance and conservation of roads is essential to ensure the safety, functionality, and sustainability of road infrastructure, especially in contexts of accelerated deterioration and limited financial resources. This article presents a case study in the municipality of Benguela, Angola, based on a mixed-methods approach that integrated surveys of technical staff, semi-structured interviews, and detailed technical inspections of four urban roads. The results revealed a critical state of conservation, characterized by extensive cracking (87.5% of the roads), alligator cracking (62.5%), permanent deformations (75%), and bleeding (43.7%). Statistical analysis identified significant correlations between the lack of pre-

ventive maintenance and the degradation index ( $r = 0.78$ ,  $p < 0.01$ ). The economic assessment demonstrated that preventive maintenance can generate savings of 40–60% compared to corrective interventions. It is concluded that advanced deterioration is associated with the absence of formal conservation plans (57.1% of the cases), insufficient funding (53.8%), and the lack of a preventive maintenance culture. Four hierarchical intervention typologies are proposed, and the urgent implementation of public policies based on cost–benefit analysis is recommended, along with the creation of a national road maintenance fund and the promotion of public–private partnerships.

**Keywords:** Road maintenance; Intervention policy; Flexible pavements; Cost–benefit analysis; Infrastructure management; Benguela.

## INTRODUÇÃO

A rede rodoviária constitui um elemento vital para o desenvolvimento socioeconómico de qualquer país, assegurando a conectividade, a mobilidade de pessoas e bens e o acesso a serviços essenciais (Branco et al., 2011). Em Angola, particularmente no município de Benguela, a acelerada degradação dos pavimentos flexíveis, associada à ausência de políticas estruturadas de manutenção, tem comprometido a segurança, a funcionalidade e a durabilidade das infraestruturas viárias (Raimundo, 2025). A situação torna-se mais crítica quando consideramos que mais de 65% da rede rodoviária urbana de Benguela apresenta sinais de degradação avançada, com implicações diretas na segurança viária, nos custos de operação dos veículos e na qualidade de vida da população.

Angola investiu significativamente na reabilitação

e construção de infraestruturas rodoviárias nas últimas décadas, com um investimento médio anual superior a 2,8 mil milhões de dólares entre 2002 e 2013 (Jensen, 2016). No entanto, persistem desafios estruturais na gestão e conservação deste património. O município de Benguela, como importante centro urbano e logístico, apresenta características particulares que agravam a degradação das infraestruturas: localização costeira com elevada humidade e agressividade ambiental, tráfego intenso e crescimento urbano desordenado.

Este artigo tem como objectivo principal diagnosticar o estado de conservação de quatro vias urbanas no município de Benguela e, com base nos resultados obtidos, propor uma política de intervenção sustentável, assente em critérios técnicos e de custo-benefício. Especificamente, procura-se:

- Caracterizar quantitativamente as patologias presentes nos pavimentos flexíveis;
- Identificar os principais factores condicionantes da degradação acelerada;
- Avaliar a eficácia das actuais práticas de gestão e manutenção;
- Propor um modelo hierarquizado de intervenções técnicas;
- Desenvolver directrizes para políticas públicas de conservação rodoviária.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. FUNDAMENTOS DA GESTÃO DE INFRAESTRUTURAS RODOVIÁRIAS

A gestão da conservação rodoviária envolve um conjunto de actividades planeadas e sistemáticas destinadas a manter ou melhorar o desempenho funcional e estrutural dos pavimentos ao longo do seu ciclo de vida (Branco et al., 2011). Segundo Haas et al. (2015), um sistema eficaz de gestão de pavimentos deve integrar componentes de inventariação, avaliação, previsão, planeamento e orçamentação.

### 2.2. PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Em pavimentos flexíveis, as patologias manifestam-se através de diversos mecanismos (Branco et al., 2006):

- Fissuração: Inclui fendas por fadiga, retracção térmica e reflexão de juntas;
- Deformações Permanentes: Rodeiras, abatimentos e ondulações;
- Degradação Superficial: Desagregação, exsudação e polimento;
- Problemas de Drenagem: Infiltrações e saturação das camadas.

A evolução destas patologias está intimamente ligada a factores como a intensidade e tipo de tráfego, as condições climáticas, a qualidade dos materiais e a execução das camadas do pavimento (Pereira, 2015).

### 2.3. MODELOS DE MANUTENÇÃO E INTERVENÇÃO

A definição de políticas de intervenção deve basear-se em critérios técnicos e económicos, privilegiando a manutenção preventiva e a análise de custo-benefício (Santos, 2015). A implementação de sistemas de gestão de pavimentos (PMS) e a adopção de técnicas inovadoras, como a reciclagem de pavimentos, são práticas recomendadas para otimizar recursos e promover a sustentabilidade (Gomes, 2005).

## 3. METODOLOGIA

O estudo adoptou uma abordagem de estudo de caso único (Gil, 2008), centrado no município de Benguela. A investigação desenvolveu-se entre 2023 e 2024 e envolveu as seguintes fases:

1. Levantamento Preliminar: Recolha de informação histórica e documental sobre a rede viária e caracterização da sua envolvente.
2. Inspeção Visual: Inspeção minuciosa de quatro vias urbanas representativas (Avenida Dr. António Agostinho Neto, Rua General Pereira D'ça, Rua Dr. Carlos Tavares e Rua Cidade de Moçamedes), com registo fotográfico sistemático.
3. Aplicação de Fichas de Inspeção e Diagnóstico: Utilização de fichas adaptadas de Da Cruz (2015) e Correia (2014) para registo e caracterização das anomalias.
4. Inquéritos a Técnicos: Aplicação de questionário a 14 profissionais do sector rodoviário para aferir a perceção sobre o estado de conservação, tempo de serviço e ocorrência de anomalias.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL DOS RESPONDENTES E DAS INFRAESTRUTURAS E ANOMALIAS IDENTIFICADAS

A caracterização socioprofissional dos participantes revelou uma amostra qualificada e experiente:

- Distribuição Profissional: Engenheiros (42,9%), Arquitectos (28,6%), Técnicos de Obra (14,3%), Empresários (14,3%);
- Experiência Profissional: 71,4% com mais de 5 anos de experiência no sector;
- Formação Académica: 85,7% com formação superior completa.

A rede viária inspeccionada é composta por vias urbanas com pavimento em CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente). A inspecção visual permitiu identificar um estado de conservação crítico, conforme as patologias apresentadas na tabela 1 e figura 1, abaixo.

Tabela 1. Principais patologias identificadas nos pavimentos flexíveis de Benguela.

| Via                     | Patologias Identificadas                                                            | %    | Gravidade  | Provável Causa Estrutural                           |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|------------|-----------------------------------------------------|
| Av. A. A. Neto          | Fissuras longitudinais/transversais, Trincas, "Pele de Crocodilo", Panelas/ Buracos | 87,5 | Alta       | Fadiga do conjunto estrutural, infiltração de água. |
| Rua Gen. Pereira D'ça   | "Pele de Crocodilo", Exsudação, Desagregação                                        | 62,5 | Média-Alta | Fadiga da camada de base, betume excessivo.         |
| Rua Dr. Carlos Tavares  | Fissuras, "Pele de Crocodilo"                                                       | 56,2 | Média      | Envelhecimento do betume, fadiga incipiente.        |
| Rua Cidade de Moçâmedes | "Ninhos (Covas)", Ondulação, "Pele de Crocodilo"                                    | 75,0 | Média-Alta | Falha localizada, má compactação.                   |

Fonte: Autores (2025)

Figura 1. Exemplo de patologia "Pele de Crocodilo" na Avenida Dr. António Agostinho Neto



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A Avenida Dr. António Agostinho Neto apresentou o pior estado de conservação, com índice de degradação de 87,5%, reflectindo a combinação de tráfego intenso e falta de manutenção sistemática.

#### 4.2. RESULTADOS DOS INQUÉRITOS

Percepção do Estado de Conservação: 85,7% dos técnicos inquiridos classificaram o estado de conservação como "mau" ou "muito mau".

Frequência de Manutenção: Apenas 14,3% reportaram a existência de manutenção preventiva regular, enquanto 57,1% indicaram que as intervenções são realizadas apenas em situação de emergência.

Principais Entraves: A insuficiência de financiamento foi identificada como o principal obstáculo (53,8%), seguida da falta de planeamento estratégico (23,1%) e da carência de recursos humanos qualificados (15,4%).

Análise Estatística: Forte correlação entre falta de manutenção preventiva e índice de degradação ( $r=0,78$ ,  $p<0,01$ ). Correlação moderada entre intensidade de tráfego e severidade das deformações ( $r=0,62$ ,  $p<0,05$ ). Associação significativa entre deficiências de drenagem e humidades ( $\chi^2=15,32$ ,  $p<0,01$ ).

#### 4.3. CAUSAS DAS ANOMALIAS

A análise integrada dos resultados permitiu identificar como causas primárias da degradação:

1. Factores Naturais: Envelhecimento natural dos materiais, acção de agentes ambientais (cloretos, dióxido de carbono) e a localização do município numa zona costeira, sujeita a elevada humidade e agressividade ambiental.

2. Factores Humanos: Má utilização e exploração das infraestruturas, ausência de manutenção preventiva e correctiva, e intervenções não autorizadas que alteraram o comportamento estrutural original.

#### 4.4. PROPOSTA DE POLÍTICA DE INTERVENÇÃO

##### 4.4.1. Modelo Hierarquizado de Intervenções Técnicas

Com base no diagnóstico efectuado, propõe-se um modelo escalonado de intervenções:

a) Tipo I - Manutenção Rotineira e Correctiva Localizada

· Aplicação: Baixos níveis de degradação (<15% de área afectada);

· Técnicas: Selagem de fendas, tapagem de covas, limpeza de elementos de drenagem;

· Periodicidade: Trimestral a semestral;

· Custo Estimado: 15-25 USD/m<sup>2</sup>.

b) Tipo II - Reabilitação Funcional

· Aplicação: Degradação superficial avançada (15-40% de área afectada);

· Técnicas: Fresagem e reposição da camada de desgaste, microaglomerado;

· Periodicidade: Bienal a trienal;

· Custo Estimado: 35-50 USD/m<sup>2</sup>.

c) Tipo III - Reforço Estrutural

· Aplicação: Degradação estrutural moderada (40-70% de área afectada);

· Técnicas: Aplicação de geossintéticos, camadas de regularização, drenagem profunda;

· Periodicidade: Quadrienal;

· Custo Estimado: 60-85 USD/m<sup>2</sup>.

d) Tipo IV - Reabilitação Estrutural Profunda

· Aplicação: Degradação estrutural severa (>70% de área afectada);

· Técnicas: Reciclagem in situ, reconstrução parcial ou total do pavimento;

· Periodicidade: Conforme necessidade (10-15 anos);

· Custo Estimado: 90-150 USD/m<sup>2</sup>.

##### 4.4.2. Modelo de Gestão Institucional

a) Sistema Integrado de Gestão

Propõe-se a criação de um Sistema Municipal de Gestão de Pavimentos (SMGP) com os seguintes componentes:

· Inventário digital da rede viária

· Base de dados de intervenções e custos

· Módulo de previsão de degradação

· Sistema de apoio à decisão

b) Mecanismos de Financiamento

· Fundo Municipal de Manutenção Rodoviária: Alimentado por transferências provinciais, taxas específicas e contrapartidas de obras novas

· Parcerias Público-Privadas: Contratos de desempenho com metas de qualidade

· Linhas de Crédito Específicas: Acesso a financiamento internacional para infraestruturas

#### 4.5. DISCUSSÃO INTEGRADA DOS RESULTADOS

##### 4.5.1. Análise Crítica do Estado Actual

Os resultados obtidos confirmam a situação crítica da rede viária de Benguela, alinhando-se com estudos anteriores sobre a degradação acelerada de infraestruturas em contextos similares (Kai, 2022; Correia, 2018). A elevada correlação entre falta de manutenção preventiva e degradação ( $r=0,78$ ) reforça a importância de adoptar abordagens proactivas, conforme defendido por Pais (1999).

##### 4.5.2. Implicações para as Políticas Públicas

A identificação da insuficiência financeira como principal entrave (53,8%) sugere a necessidade de reformular os mecanismos de financiamento da manutenção rodoviária. A proposta de criação de um fundo específico alinha-se com as melhores práticas internacionais (World Bank, 2020) e poderá garantir sustentabilidade financeira.

##### 4.5.3. Contributos para a Prática Profissional

O modelo hierarquizado de intervenções oferece uma ferramenta prática para a tomada de decisão técnica, permitindo a optimização de recursos escassos. A integração de critérios de custo-benefício nas decisões de intervenção pode gerar poupanças significativas, conforme demonstrado na análise económica.

## 5. CONCLUSÃO

O estudo permitiu concluir o seguinte:

As vias urbanas de Benguela apresentam estado de degradação avançado, com 87,5% afectadas por fissuração significativa;

Existe uma correlação forte entre a falta de manutenção preventiva e a severidade da degradação;

Os sistemas de gestão actuais são predominantemente reactivos e insuficientes;

A insuficiência financeira constitui o principal entrave à implementação de políticas eficazes;

O modelo hierarquizado proposto oferece uma abordagem técnica e economicamente sustentável.

Face à gravidade dos danos identificados, recomenda-se:

##### a) Nível Técnico-Operacional

- Implementar urgentemente o sistema hierarquizado de intervenções;
- Desenvolver capacidades técnicas locais em gestão de pavimentos;
- Adoptar tecnologias de baixo custo para monitorização contínua.

##### a) Nível Institucional e de Políticas Públicas

- Criar o Fundo Municipal de Manutenção Rodoviária;
- Estabelecer parcerias público-privadas para gestão da manutenção;
- Desenvolver um quadro legal que institucionalize a inspecção periódica.

##### b) Nível de Investigação e Desenvolvimento

- Desenvolver estudos sobre materiais e técnicas adaptadas ao contexto local;
- Implementar programas de monitorização de longo prazo;
- Promover a transferência de conhecimento com instituições internacionais.

O estudo apresenta como principais limitações o reduzido número de vias analisadas e a ausência de dados históricos de monitorização. Investigações futuras deverão expandir a amostra, incorporar técnicas avançadas de avaliação não destrutiva e desenvolver modelos preditivos de degradação específicos para o contexto angolano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bardin, L. (2016). Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70.
- Branco, F., Pereira, P. & Santos, L. P. (2011). Pavimentos Rodoviários (4.ª ed.). Coimbra: Almedina.
- Correia, M. A. (2018). O Modelo do urbanismo e da arquitectura do movimento moderno. Luanda - 1950/1975. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2017). Designing and conducting mixed methods research. Sage publications.
- EP, S.A. (2008). Catálogo de Degradações dos Pavimentos Rodoviários. Lisboa: Estradas de Portugal.
- Gomes, A. P. (2005). Reciclagem de Pavimentos Betuminosos. Tecnologias e Aplicações. Lisboa: LNEC.
- Haas, R., Hudson, W. R., & Zaniewski, J. (2015). Modern pavement management. Krieger Publishing Company.
- Jensen, S. K. (2016). Transparency and Accountability in Angola's Infrastructure Sector. London: Chatham House.
- Kai, J. P. (2022). Apontamentos da Unidade Curricular: Inspeção Diagnóstico e Reforço de Estrutura. Luanda: Universidade Jean Piaget.
- Pais, J. (1999). Consideração da Reflexão de Fendas no Dimensionamento de Reforços de Pavimentos Flexíveis. Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, Guimarães.
- Pereira, M. (2015). Evolução da degradação dos pavimentos. Braga: Universidade do Minho.

Raimundo, C. C. (2025). Definição da Política de Intervenção para Manutenção e Conservação de Estradas – Custos e Benefícios. Dissertação de Mestrado, Universidade Jean Piaget de Angola, Benguela.

Santos, S. B. (2015). Dimensionamento de pavimentos em África e na América Latina: Análise de manuais de pré-dimensionamento. Porto: FEUP.

World Bank. (2020). Angola Infrastructure Public Expenditure Review. Washington: World Bank Group.