

# PATOLOGIA E TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO DE PAVIMENTO RÍGIDO

Palavras-Chave: PAVIMENTO RÍGIDO, TRANSPORTES, PATOLOGIA

MICHAEL DOS SANTOS SILVA, FT – UNICAMP

PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. LUÍSA ANDRÉIA GACHET (orientadora), FT – UNICAMP

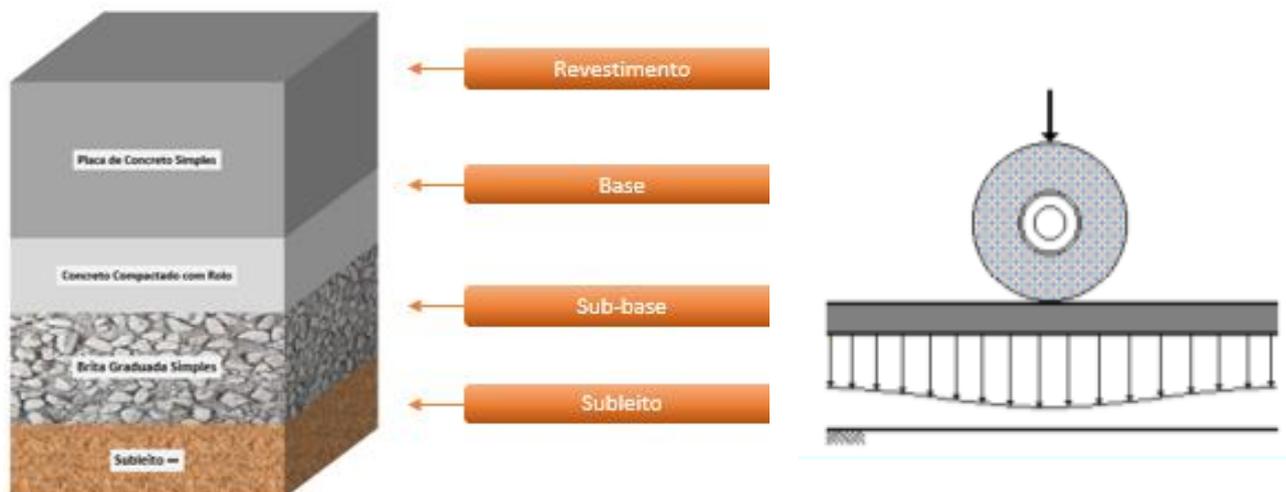
Doutoranda ARIANE ROBERTO BECKER (coorientadora), FT – UNICAMP

IC Voluntária. COTA 2023/2024

## INTRODUÇÃO

De acordo com o Manual de Pavimentação (DNIT, 2010) o Pavimento de Concreto é um pavimento de comportamento rígido, ou seja, apresenta elevada rigidez em relação às camadas inferiores, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado, e as tensões transmitidas ao subleito são muito baixas, resultando em deformações totais também baixas, Figura 1. Seu revestimento é composto por concreto de cimento Portland podendo ser executado in loco ou pré-moldadas, independentemente do tipo de base adotada.

Figura 1: Composição do pavimento rígido e esquema de aplicação do carregamento



Fonte: Balbo, 2009

Quando corretamente dimensionados e principalmente quando corretamente construídos podem suportar um grande número de solicitações de tráfego podendo demandar intervenções de manutenção pesada inferiores àquela demandada por um pavimento asfáltico.

Conforme Severi, 2002 os pavimentos de concreto não estão sujeitos às deformações plásticas e o concreto, do ponto de vista de dano por fadiga, trata-se de material com características mais precisamente mensuráveis em laboratório e menos afetadas por condições de campo relacionadas à geometria, por condições de carregamento e por condições ambientais.

Os principais tipos de pavimento de concreto são:

Pavimento de Concreto Simples;

Pavimento de Concreto Armado;

Pavimento de Concreto Continuamente Armado;

Pavimento de Concreto Protendido;

Pavimento de Concreto Pré-Moldado;

Whitetopping;

Whitetopping Ultradelgado;

Pavimento Intertravado;

Pavimento de concreto Permeável.

O Pavimento de concreto simples é o tipo mais comum de pavimento de concreto que não possui armadura, entretanto pode ou não ser dotado de barras de transferência de carga e barras de ligação instaladas nas juntas, as quais podem ser serradas (retração) ou construtivas, transversais e longitudinais, respectivamente. São moldados in loco, utilizando concreto convencional, de alta resistência ou até compactado com rolo. Este revestimento está assente sobre uma camada de base e está poderá ou não estar assente sobre uma camada de sub-base. Este revestimento (placa) trabalha à tração na flexão.

O Pavimento de concreto armado é formado por um conjunto de placas armadas (topo e fundo), com adoção de barras de transferência de carga e barras de ligação e as juntas são serradas mas com maior espaçamento que o pavimento de concreto simples e suas espessuras são reduzidas. O revestimento trabalha à compressão. Já o Pavimento de concreto continuamente armado permite a fissuração transversal, que ocorre de modo aleatório onde à armadura contínua compete a tarefa de manter as faces fissuradas fortemente unidas. Não se executam juntas de contração nesse pavimento, com exceção das construtivas. A armadura é posicionada no eixo neutro ou às vezes mais acima, na zona de compressão, onde não há tensão de tração pois não há flexão no eixo neutro, desta forma, a armadura não necessita resistir a nenhum esforço de tração, ela existe inteiramente para manter as fissuras “bem juntas” para evitar que detritos e água entrem nelas.

O Pavimento de concreto protendido é pouco utilizado mundialmente e teve pouquíssimo emprego no Brasil, tendo sido executado no Galeão (Rio de Janeiro) na década de 70. Permite placas de grandes dimensões planas e menores espessuras, trabalhando em regime elástico. Pode conter armadura, mas deve conter cordoalhas protendidas.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa iniciou com uma revisão bibliográfica sobre o tema. Foram realizadas pesquisas preliminares, sumarização de bibliografias, artigos e normas, que estão apresentadas na listagem das Referências bibliográfica. Os termos utilizados nas pesquisas foram:

- a) pavimento rígido;
- b) patologia;
- c) recuperação.

Realizou-se a identificação dos tipos de pavimento de concreto; execução do pavimento; e materiais tradicionais e inovadores utilizados na execução. Foram analisados estudos de casos para identificar as condições do pavimento, reabilitação, principais patologias; tipos / classificação e causas dos defeitos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os defeitos de recuperação de pavimento rígido são uma preocupação significativa em estradas e superfícies construídas com concreto, impactando a durabilidade e a funcionalidade dessas infraestruturas. Esses problemas podem surgir devido a uma variedade de fatores, incluindo carga de tráfego, condições climáticas adversas, projeto inadequado e qualidade dos materiais utilizados. Metade (50%) dos quase 106 mil km de rodovias analisados na 21ª Pesquisa CNT de Rodovias tem problemas no pavimento, ou seja, a qualidade foi classificada como regular, ruim ou péssima (CNT,2018). Dentre os principais defeitos identificados, destacam-se trincamento ou fissuração, deslocamento, esborcinamento ou esfarelamento, polido ou sulcamento, afundamento, inclinação ou deformação, erosão e falta de drenagem. Cada um desses defeitos pode ser atribuído a causas específicas, exigindo uma avaliação detalhada para determinar a melhor abordagem de recuperação. Ao se abordar cada defeito que ocorre no pavimento, faz se essencial a definição do nível de severidade e o dimensionamento do mesmo: extensão em metros ou metros quadrados, ou quantidade.

No caso das trincas, por exemplo, estas podem se manifestar de diversas formas, como trincas transversais, longitudinais, em blocos ou em malha. As causas comuns incluem carga repetida, variações de temperatura e falta de juntas apropriadas. Já o deslocamento, seja localizado ou generalizado, está muitas vezes associado à falta de aderência entre camadas do pavimento, congelamento e descongelamento, ou carga excessiva. Em uma analogia simples, pode-se afirmar que as fissuras são a “febre” do corpo quando se está doente, ou seja, ela é um sintoma que algo está errado. Identificar os tipos, tamanhos e causas, é essencial para garantir a segurança e providenciar o correto reparo. (Mapa da Obra,2016).

A abordagem para a recuperação desses defeitos deve levar em consideração a natureza e a gravidade específicas de cada problema identificado. Técnicas de recuperação como reparo de juntas, recapeamento, aplicação de selantes e reforço estrutural podem ser aplicadas de maneira personalizada, dependendo das condições específicas de cada caso. A Tabela 1 apresenta resumidamente alguns desses casos analisados.

Tabela 1: Principais defeitos identificados e técnicas de recuperação utilizada

Localidade	Tipo de patologia	Técnica de recuperação	Referência
Rodovia SP338/Rodovia Abraão Assed e Rodovia Joaquim Ferreira  Trecho Mococa-Altinópolis	<b>Trinca nos bordos:</b> Elas surgem na borda do pavimento, em tamanhos irregulares ou regulares. São decorrentes da má compactação e drenagem ineficiente.	A medição das trincas nos bordos foi realizada verificando-se a extensão (m) do pavimento afetado, separadamente, por nível de severidade. O reparo se deu com selante para evitar entrada de água e enfraquecimento estrutural. No caso de drenagem deficiente, a mesma deverá ser corrigida, e efetuar o remendo do local danificado.	MACHADO 2013
Não especificado no artigo nem no DNIT norma 005/2003-TER	<b>Trinca longitudinal:</b> Surgiram paralelo ao eixo da rodovia. A localização se deu dentro ou fora das trilhas de roda.	Neste caso as trincas menores de 3mm não precisaram ser reparadas. Já entre 3mm e 20mm foi aplicado selante. Acima de 20mm foi realizado recapeamento, remendo ou reconstrução do pavimento.	MACHADO 2013
BR 227  Trecho Curitiba-Litoral	<b>Trinca transversal:</b> Ocorreram por processo de variação de temperatura, comum em locais frios.	Para realizar as recuperações de trincas utilizou as técnicas de capa selante, tratamento superficial, lama asfáltica e micro revestimento asfáltico.	GAZETA DO POVO. 2023.
Avenida Getúlio Vargas  Cuiabá/ MT	<b>Desgaste:</b> Aparece com a perda da composição do próprio material, com o passar do tempo e fatores ligados a intempéries.	Para a recuperação do desgaste é recomendado o recapeamento com concreto. Isso envolve remover a camada superior danificada do pavimento e substituí-la por uma nova camada de concreto fresco.	Manual de recuperação de pavimento rígido. DNIT 2005
Rodovia  (Localidade indeterminada)	<b>Alçamento de placas:</b> Ocorreu com a dilatação linear do pavimento devido à falta de juntas de dilatação nas placas.	Neste caso a recuperação de alçamento de placas envolveu avaliação, reparo e reforço estrutural, seguidos pela aplicação de revestimentos protetores e testes de qualidade.	Manual de recuperação de pavimento rígido. DNIT 2005
Rodovia  (Localidade indeterminada)	<b>Placa dividida:</b> Ocorreu por conta de fissuras em diversos sentidos, sendo transversais, longitudinais ou diagonais.	Para recuperação da placa dividida, foram necessários os passos de limpeza, preenchimento das rachaduras com material apropriado e, quando necessário, reforço estrutural para restaurar a integridade da placa.	Manual de recuperação de pavimento rígido. DNIT 2005
Rodovia  (Localidade indeterminada)	<b>Escalonamento:</b> Decorreu da perda de capacidade da placa transmitir a carga para outra placa adjacente.	A recuperação de escalonamento de pavimento rígido envolveu a remoção das áreas danificadas, preparação da superfície, aplicação de reparos adequados e, revestimento protetor para restaurar a integridade estrutural e prevenção de danos futuros.	Manual de recuperação de pavimento rígido. DNIT 2005

## CONCLUSÕES

Conclui-se que o estudo das patologias em pavimentos rígidos necessita de uma análise cuidadosa e precisa, a fim de garantir a eficiência de manutenção e recuperação. Desta maneira, ao compreender as causas subjacentes das patologias, que podem incluir uma variedade de fatores como cargas de tráfego, defeitos no projeto ou na construção, é possível direcionar efetivamente os esforços de

manutenção. Além disso, é essencial considerar as influências ambientais e climáticas na deterioração dos pavimentos ao longo do tempo.

---

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de IC e Bolsa Produtividade Processo 310375/2020-7. À FAPESP Projeto de Pesquisa processo 2023/05479-4.

---

## BIBLIOGRAFIA

- BALBO, J. T. **Pavimentos de concreto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 448 p.
- DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. (2013). Pavimento rígido – Execução de pavimento rígido com equipamento de fôrmas deslizantes – Especificações de serviço – Norma DNIT 049/2013–ES. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro.
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. (2010). Manual de Recuperação de Pavimentos Rígidos. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro.
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Normas. Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR). Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/coletanea-de-normas>.
- DER/SP – Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo. Manuais e Normas. Disponível em: <http://www.der.sp.gov.br/Website/Acessos/Documentos/Tecnicas.aspx>
- MAIA, I. M. C. Caracterização de patologias em pavimentos rodoviários. 2012. 97 f. Dissertação (Mestrado), Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Porto, 2012.
- MEDINA, J. E MOTTA, L.M.G. **Mecânica dos Pavimentos**. 3 ed. Rio de Janeiro. Interciência, 2015. 640 p.
- PITTA, M. R. Execução de pavimento de concreto com equipamento reduzido. Prática recomendada. 4.ed.rev.atual. São Paulo, Associação Brasileira de Cimento Portland. 2000. 20p. (BT-98)
- PITTA, M. R. Construção de pavimentos de concreto simples. 3.ed. São Paulo, Associação Brasileira de Cimento Portland, 1998. 88p. ilustr. (ET-81)
- PITTA, M. R. Selagem de juntas em pavimentos de concreto. 4. ed. São Paulo, ABCP, 1998. 24p. ilustr. (ET-22)
- Manual IBTS – Instituto Brasileiro de Telas Soldadas. Novos critérios para pavimentos industriais de concreto armado. São Paulo, 2015.
- SEVERI, Andréa Arantes. Estudo dos gradientes térmicos em pavimentos de concreto de cimento Portland no ambiente tropical. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- SEVERI, Andréa Arantes. Considerações sobre os custos de pavimentos rígidos com base em conceitos de gerência de pavimentos. 1997. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.
- CNT – Confederação Nacional do Transporte. (2018). Pavimento rígido – Conheça os 13 principais defeitos do pavimento das rodovias. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/conheca-principais-defeitos-pavimento> SILVA, João Batista rodrigues.
- MAPA DA OBRA – Entendendo as trincas e fissuras. Normas. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/entendendo-as-trincas-e-fissuras/>
- Barras de Transferência e de Ligação. In: Seminário ABCP: Estradas de Concreto. 2019.
- SOUSA, Luis Augusto. **Estudo de patologias em pavimento rígido**. Cuiabá, 2018. Disponível em: [https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo\\_-\\_estudo\\_de\\_patologias\\_em\\_pavimento\\_rigido\\_1.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_-_estudo_de_patologias_em_pavimento_rigido_1.pdf). Acesso em: 06 Mar .de 2024.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT. **Manual de recuperação de pavimentos rígidos**. 2010. Publicação IPR-737. Ministério dos transportes. Departamento nacional de infraestrutura em transportes, Instituto de pesquisas rodoviárias.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT. **Manual de pavimentos rígidos**. 2005. Publicação IPR-714. Ministério dos transportes. Departamento nacional de infraestrutura em transportes, Instituto de pesquisas rodoviárias.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 060/2004-PRO: pavimento rígido – inspeção visual: procedimento. Rio de Janeiro, 2004.