

# **Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação – Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto)**

ARAÚJO, Marcelo Almeida <sup>[1]</sup>, SANTOS, Martha Jussara Paixão dos <sup>[2]</sup>, PINHEIRO, Heunbner Pereira <sup>[3]</sup>, CRUZ, Zoraide Vieira <sup>[4]</sup>

ARAÚJO, Marcelo Almeida; et. al. **Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação – Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto)**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento. Ano 01, Edição 11, Vol. 10, pp. 187-196, Novembro de 2016. ISSN: 2448-0959

## **Resumo**

*Este artigo tem o objetivo de comparar o Pavimento Rígido – Concreto com o Pavimento Flexível – Asfalto, estudando qual é a metodologia adotada para a escolha da implantação do Pavimento Flexível em relação ao Pavimento Rígido, sendo o Pavimento Flexível o tipo de pavimentação predominante, considerando que o Pavimento Rígido tem uma maior durabilidade e eficiência para o rolamento de veículos, principalmente os veículos pesados. Sabendo que a pavimentação nas estradas brasileiras é uma forma de integração social, econômica, cultural e/ou política e essas estradas fazem parte do desenvolvimento de regiões, a implantação de um pavimento adequado e de qualidade é imprescindível para garantir segurança e eficiência no propósito de interligação das regiões.*

Palavras-chave: Pavimento, Transporte, Qualidade, Orçamento, Aplicabilidade.

## **Problema Apresentado**

Em quais situações a utilização do Pavimento Rígido é mais viável temporalmente e economicamente que o Pavimento Flexível?

## **Hipóteses levantadas**

O pavimento rígido em concreto é recomendado para vias de tráfego pesado e corredores de ônibus (BRT). A sua construção apresenta um custo maior em comparação ao asfalto.

O pavimento flexível é o mais usado para qualquer tipo de rodovia, esse tipo de pavimento permite a união dos materiais agregados, ele pode ser combinado com a borracha de pneus moídos, além de permitir a reutilização de diversos materiais por meio da reciclagem.

## **1. INTRODUÇÃO**

No Brasil, 80,3%, ou seja, mais de 1,3 milhão de km das estradas não são pavimentadas, as estradas municipais são as que dispõem de menos pavimentos. A viabilidade econômica é o grande entrave para a execução e conclusão de pavimento nas cidades brasileiras. O pavimento rígido (concreto) e flexível (asfalto) são os tipos de pavimentos mais utilizados no sistema viário brasileiro.

O pavimento rígido é associado ao concreto de cimento, sendo um revestimento feito de placas de

concreto que podem ser armadas ou não com barras de aço, apoiada geralmente sobre uma sub-base de material granular ou de material estabilizado com cimento. A espessura é fixada em função da resistência à flexão das placas de concreto e das resistências das camadas subjacentes.

Os pavimentos flexíveis em sua maioria são associados às misturas asfálticas compostas basicamente de agregados e ligantes asfálticos. Este tipo de pavimento é uma das soluções mais tradicionais e utilizadas na construção e recuperação de vias urbanas, estradas e rodovias.

Na maioria dos países, a pavimentação asfáltica é a principal forma de revestimento. O mesmo acontece no Brasil, mais de 95% das estradas foram pavimentadas com material asfáltico.

São diversas as razões para o uso intensivo do asfalto em pavimentação. O concreto asfáltico proporciona forte união dos agregados, permite flexibilidade controlável, é impermeável, de fácil aplicação e manuseio quando aquecido. Já as vantagens da pavimentação em concreto é a grande resistência a deformações, distribuição eficaz das tensões, maior resistência à abrasão, alta aderência do pneu, ótima refletividade (ideal para condução noturna), alta taxa de segurança (menor risco de aquaplanagem, por ter melhor aderência) e alta vida útil, sendo de aproximadamente 30 anos, mais que o dobro do pavimento asfáltico. O pavimento rígido em concreto também sofrerá menos intervenções de manutenção ao longo de sua vida útil.

## **2. JUSTIFICATIVA**

A lei Joppert (Decreto Lei, nº 8.463 de 27 de dezembro de 1945), enfatizou na década de 40 a importância da construção de rodovias no Brasil, chamada de Lei Áurea do sistema rodoviário brasileiro, tendo em 1950 uma notável evolução da infraestrutura rodoviária brasileira, impulsionada pela indústria automobilística. Na década de 70 foi marcada pela grande quantidade de construção de rodovias no país.

O transporte rodoviário é o meio de transporte mais utilizado no Brasil, seja em estrada de barro - cascalho, pedra – paralelepípedos, estrada concretada – Pavimento Rígido e estrada asfaltada – Pavimento Flexível, seja qual for o acesso, seja a mercadoria, medicamentos, transportes vindos pelo ar, mar e ferrovia, é sempre pela estrada o destino final de qualquer pessoa, produto e mercadoria.

Das metodologias utilizadas para o melhor rolamento de veículos nas estradas, o pavimento de concreto - Rígido e o pavimento asfáltico – Flexível sé o mais utilizado, porém, a soberania do pavimento Flexível em relação ao Pavimento rígido é visivelmente percebida pelas estradas brasileiras, não há uma metodologia que explique a soberania da implantação do Pavimento Flexível, mas a comparação de ambos os pavimentos é inevitável.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 GERAL**

Comparar os principais impactos relacionados à utilização entre os tipos de pavimentos Rígido (concreto) e o Flexível (asfalto) na implantação de estradas brasileiras, com foco na durabilidade e viabilidade econômica.

## **3.2 ESPECÍFICOS**

- Verificar qual o tipo de pavimento mais viável para vias de transporte misto;
- Apresentar dados comparativos nos aspectos econômicos, temporais e produtivos dos dois tipos de pavimentos;
- Analisar quais as vantagens e desvantagens encontradas na utilização dos pavimentos estudados;
- Comparar o tempo de execução, os materiais mais encontrados e a durabilidade de cada pavimento em relação ao seu custo benefício.

## **4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **4.1. HISTÓRICO DA PAVIMENTAÇÃO**

A pavimentação vai evoluindo junto a evolução dos veículos, o Brasil utilizava pavimentos de Lajes de Pedra, sendo a Estrada de rodagem União e Indústria (144km) ligando Petrópolis a Juiz de Fora (foto) – primeira estrada a usar macadame como base/revestimento no Brasil, após o século XX, com a evolução tecnológica dos veículos automotivos, o Pavimento Flexível passou a ser adotado como o principal pavimento das estradas brasileiras, na atualidade, o Brasil é o País que possui a menor extensão de pavimentação da América Latina.

Pavimento é a estrutura construída de múltiplas camadas sobre a terraplanagem de um terreno e tem a função de resistir esforços, receber cargas de tráfego de veículos e redistribuir para os solos da fundação. Dando boas condições de rolamento e proporcionando condições satisfatórias de velocidade, segurança, conforto no transporte de pessoas e mercadorias.

Uma estrada pavimentada corretamente apresenta a superfície regular e mais aderente aos pneus utilizados nos meios de transporte, proporcionando, assim, menores riscos quanto à perda de controle do veículo e garantindo a resposta a qualquer necessidade de frenagens ou desvios repentinos.

As camadas do pavimento rodoviário têm diversos agregados, cada um deles exigindo características tecnológicas específicas. Para os agregados destinados à produção de concreto de cimento Portland destinado para as obras de pavimentação rígida, são exigidas condições especiais que diferem daquelas adotadas para concreto e edificações, ponte e outros tipos de estruturas. É necessário que o concreto utilizado na pavimentação resista à tração, menores variações volumétricas, menor suscetibilidade à fissuração e elevada durabilidade a ação do meio ambiente e a ação abrasiva do tráfego.

## **5. ANÁLISE COMPARATIVA – PAVIMENTO RÍGIDO X FLEXÍVEL**

### **5.1 PAVIMENTO RÍGIDO**

O pavimento rígido pode ser definido como aquele que apresenta uma camada de revestimento com uma rigidez superior às camadas inferiores, absorvendo praticamente todas as tensões provenientes das tensões e deformações da placa. O modelo de pavimentação rígida baseia-se na implementação de cimento como aglomerante hidráulico para interligação dos agregados envolvidos no concreto. Sendo a placa de cimento

seu principal componente estrutural.

O pavimento rígido tem uma maior durabilidade e resiste às ações do tempo, sem precisar de manutenção e com o tempo ele vai ganhando mais resistência. Composto sua estrutura basicamente de Sub-Base (SB) - Pouca contribuição Estrutural - Controle de bombeamento / expansão / contração - Concreto de Cimento.

Há a possibilidade da necessidade de tratamento especial ao subleito para sustentabilidade, porém, devido às características do pavimento rígido quanto à estabilidade, esse eventual reforço pode ser considerado inexistente, uma vez que a camada de sub-base pode suprir essas necessidades. Ou seja, uma boa terraplenagem e uma boa compactação já dá um bom resultado na composição do Pavimento Rígido.

## **5.2 PAVIMENTO FLEXÍVEL**

O pavimento flexível se caracteriza por não romper e é constituído principalmente de materiais betuminosos. Sua base pode ser composta por diversas camadas, como subleito, sub-base, base e revestimento. Seus esforços são distribuídos verticalmente, esse tipo de pavimento vem sendo aplicado de maneira acentuada nas últimas décadas, associado a esse volume os serviços de recapeamento, que se constituem em obras semelhantes às obras de pavimentação.

O pavimento flexível sofre patologias como, por exemplo: a deformação por conta do óleo diesel (solvente para asfalto) e excesso de carga, derramada por veículos e a frenagem dos mesmos e amolece sob o efeito do calor e chuva.

## **5.3 PAVIMENTOS RÍGIDOS X FLEXÍVEL**

Embasado nos dados referente aos tipos de pavimento estudado é possível compará-los em todos os níveis e pontos abordados, obtendo uma comparação sólida sem o aspecto cultural envolvido, a aplicação do pavimento asfáltico é predominante em comparação à pavimentação de concreto.

A estruturação do pavimento rígido é mais simples em relação ao flexível, as camadas de base e de revestimento são unidas em uma única, desempenhando as mesmas funções que as camadas de base na pavimentação asfáltica, podendo necessitar apenas de mais uma camada de sub-base e eventual regularização do subleito da via.

Em relação à distribuição dos esforços: O Pavimento Rígido: Placa absorve maior parte das tensões, distribuição das cargas faz-se sobre uma área relativamente maior, qualidade de solo pouco interfere no comportamento estrutural pouco deformável e mais resistente à tração; Já o Pavimento Flexível: A carga se distribui em parcelas proporcionais à rigidez das camadas, todas as camadas sofrem deformações elásticas significativa, as deformações até um limite não levam ao rompimento, a qualidade do solo é importante, pois é submetido a altas tensões e absorve maiores deflexões. Como mostra a figura 01.

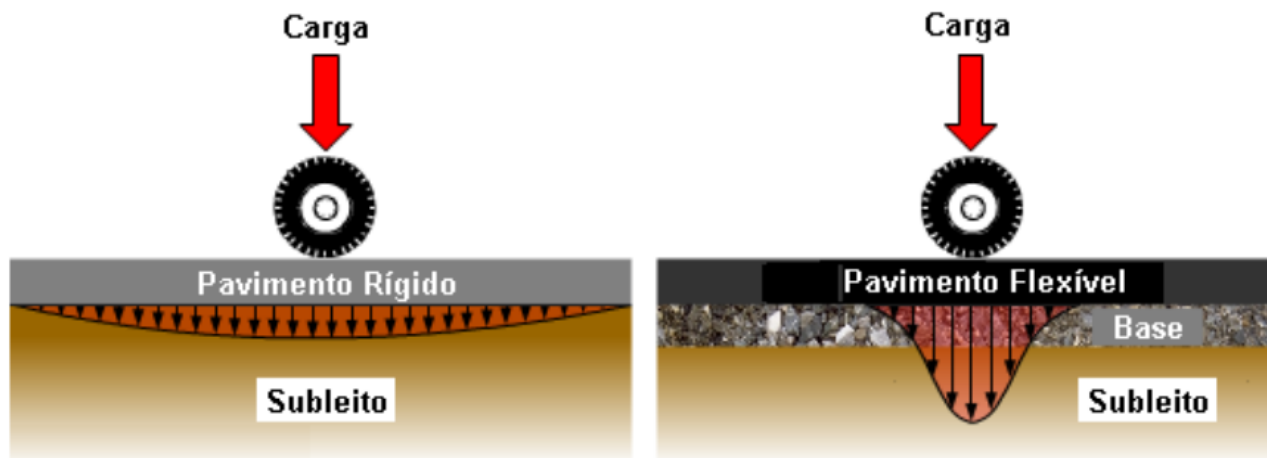


Figura 01: Representação das Cargas nos Pavimentos.

Fonte: [questoesdeconcurso.com.br](http://questoesdeconcurso.com.br) (adaptada).

Os cuidados adotados com o pavimento rígido são necessários a fim de manter a serventia e qualidade da estrutura, prolongando a vida útil mantendo a segurança e características de projeto. Há, a partir do dimensionamento do pavimento, diretrizes de utilização deste pavimento, levando em consideração o tipo de carga que ele suportará e o tráfego ao qual atenderá, garantindo a segurança e o conforto ao usuário.

Defeitos no pavimento de concreto provêm, na maioria das vezes, de falhas executivas ou dos materiais empregados, criando uma necessidade, além do rigoroso controle de qualidade na construção, de realização de manutenções rotineiras. Como parte integrante desta manutenção, há a inspeção visual do pavimento para avaliação de defeitos existentes. Esses defeitos são interpretados pelo tipo e severidade ao serem observados de acordo com normatização existente criada pelo DNIT. Com base nos dados obtidos, é calculado o Índice de Condição do Pavimento – ICP, indicando a necessidade ou não da realização de serviços de recuperação e como procedê-los.

O pavimento Rígido resiste, em média, de 25 a 30 anos, em boas condições, se receber os cuidados necessários. Em contrapartida, o custo chega a ser 30% mais caro se comparado ao pavimento flexível, oscilando de região para região.

Para o Pavimento Flexível, os principais motivos pelos quais aparecem degradações são devidos ao desgaste pelo tempo de uso da via e cargas excessivas aplicadas sobre ele.

Variando de oito a 12 anos de duração, a espessura do revestimento pode ser de cinco, 15 ou 20 centímetros, também de acordo com o fluxo de veículos. O excesso de peso dos caminhões, assim como chuva em demasia, pode diminuir o tempo de vida do material. No Brasil, o asfalto é feito para durar cerca de 10 anos, mas, devido à falta de manutenção, resiste, muitas vezes, seis anos.

<b>PAVIMENTOS RÍGIDOS</b>	<b>PAVIMENTOS FLEXÍVEIS</b>
Estruturas mais delgadas de pavimento.	Estruturas mais espessas (requer maior escavação e movimento de terra) e camadas múltiplas.
Resiste a ataques químicos (óleos, graxas, combustíveis).	É fortemente afetado pelos produtos químicos (óleo, graxas, combustíveis).
Maior distância de visibilidade horizontal, proporcionando maior segurança.	A visibilidade é bastante reduzida durante a noite ou em condições climáticas adversas.
Pequena necessidade de manutenção e conservação, o que mantém o fluxo de veículos sem interrupções.	Necessário que se façam várias manutenções e recuperações, com prejuízos ao tráfego e custos elevados.
Falta de aderência das demarcações viárias, devido ao baixo índice de porosidade.	Melhor aderência das demarcações viárias, devido a textura rugosa e alta temperatura de aplicação (30 vezes mais durável).
Vida útil mínima de 20 anos.	Vida útil máxima de 10 anos (com manutenção).

Quadro 01: Comparativos dos Pavimentos – Rígido X Flexível

Fonte: [ibracon.org.br](http://ibracon.org.br) (adaptada).

Ao comparar os Pavimentos Rígidos e Flexíveis, conclui-se que os dois tipos de pavimentos são viáveis para a implantação nas Estradas Brasileiras, sendo o Pavimento Rígido o mais propício a estradas com maior intensidade de carga, porém, ficou claro que isso não é uma regra para a Pavimentação, pois, os pavimentos são escolhidos, além do aspecto econômico, de acordo com a característica e a cultura do local, Principalmente pra um país extenso e de características diversas, como os diferentes tipos de solo e situações climáticas, esta análise comparativa não propõe uma substituição do Pavimento Flexível pelo Pavimento Rígido e sim propor uma outra opção de forma construtiva, mesmo levando em consideração ao tempo de vida útil dos dois pavimentos e a predisposição a fadiga e manutenção mais na sua vida útil.

Para uma análise mais profunda desta comparação, seria imprescindível a exposição dos dois tipos de pavimento as mesmas condições de intempéries locais iguais para ambos e o fluxo de veículos também, e nesse aspecto o concreto apresenta uma vida útil bem superior ao asfalto e uma menor probabilidade de apresentação de defeitos, o que podia favorecer sua escolha, porém, não acontece. Geralmente a pavimentação rígida tem custo-benefício melhor devido à pequena necessidade de manutenção dentro do período de vida útil do pavimento que é notavelmente maior que a vida útil do pavimento flexível.

## REFERÊNCIAS

ABNT (1992) NBR 7207 Utilização do Pavimento. Especificação. Acesso em: 08 de janeiro de 2015.

DNIT. *Manual de drenagem de rodovias*. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. 2006. Acesso em: 08 de janeiro de 2015.

<http://oglobo.globo.com/brasil/no-brasil-80-das-estradas-nao-contam-com-pavimentacao-13710994>. Acesso em: 12 de janeiro de 2015.

<http://www.dtt.ufpr.br/Pavimentacao/Notas/MODulo%201%20-%20Introducao.pdf>. Acesso em: 12 de janeiro de 2015.

<http://www.dtt.ufpr.br/Pavimentacao/Notas/MODulo%201%20-%20Introducao.pdf>] Acesso em: 12 de janeiro de 2015.

MACEDO, Wagner. Relatório do 2º Simpósio sobre Obras Rodoviárias – RODO 2002. Acesso em: 12 de janeiro de 2015.

MORILHA Jr, Engº Armando e Engº Marco Rogério Greca (Agosto/2003). Apostila da empresa GRECA , Asfaltos. Acesso em: 12 de janeiro de 2015.

<sup>[1]</sup> Graduado em Engenharia Civil na Universidade (ESTACIO DE SÁ - BA ) no Ano de 2009/2014 e é Pós Graduando em Engenharia Rodoviária pela ( ESCOLA DE AGRIMENSURA - BA ) no Ano de 2015/2016.

<sup>[2]</sup> Graduada em Urbanismo na Universidade (UNEB - BA) no Ano de 2005 /2010 também Graduada em Engenharia Civil na Universidade (ESTACIO DE SÁ - BA ) no Ano de 2010/2015 e é Pós Graduando em Engenharia Rodoviária pela ( ESCOLA DE AGRIMENSURA - BA ) no Ano de 2015/2016.

<sup>[3]</sup> Graduado em Engenharia Civil na Universidade (ESTACIO DE SÁ - BA) no Ano de 2009/2014 e é Pós Graiando em Engenharia Rodoviária pela ( ESCOLA DE AGRIMENSURA - BA ) no Ano de 2015/2016.

<sup>[4]</sup> Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Santa Cruz (2004). Atualmente é professor assistente da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Assumiu por um ano e meio a pro reitoria de graduação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Experiência em Gestão Pública, assumiu por dois anos cargo como Secretária Municipal de Saúde (2009) e Secretária Municipal de Educação (2010).