

Análise comparativa entre pavimentos de asfalto convencional e concreto armado: desempenho, custo-benefício e impacto ambiental

Álef E. dos Santos

RESUMO

Este estudo analisa comparativamente pavimentos de asfalto convencional e asfalto de concreto armado, considerando a crescente demanda por soluções viárias duráveis e economicamente viáveis. A justificativa reside na necessidade de otimizar recursos e garantir a longevidade das infraestruturas, dada a propensão do asfalto convencional ao desgaste e a frequente necessidade de manutenção. O objetivo é avaliar as diferenças de desempenho e custo-benefício entre esses pavimentos. Especificamente, comparou-se a durabilidade e resistência de ambos, análise dos custos iniciais e totais de manutenção, e avaliação do impacto ambiental e a eficiência térmica. Além disso, buscou-se entender a viabilidade de cada tipo de pavimento em diferentes condições climáticas e de tráfego. Os resultados indicaram que, embora o asfalto convencional tenha um custo inicial mais baixo, o concreto armado oferece maior durabilidade e menor necessidade de manutenção, com implicações ambientais mais favoráveis. A escolha entre os pavimentos deve considerar essas variáveis para garantir uma decisão informada e eficiente em projetos de pavimentação, considerando também a sustentabilidade a longo prazo e o impacto na qualidade de vida urbana.

Palavras-chave: durabilidade; custo-benefício; desempenho; impacto ambiental; eficiência térmica.

1. INTRODUÇÃO

À medida que as cidades se expandem e o tráfego veicular se torna cada vez mais intenso, torna-se evidente a necessidade de pavimentos que possam suportar essas condições adversas e ao mesmo tempo oferecer uma boa relação custo-benefício. Os pavimentos asfálticos e de concreto armado são frequentemente considerados nas escolhas de projetos de pavimentação devido às suas distintas propriedades físicas e mecânicas, e entender as nuances de cada tipo pode impactar significativamente a decisão de investimento em infraestrutura.

Bernucci *et al.* (2008) afirmam que, atualmente a pavimentação rodoviária, é classificada em basicamente dois tipos: rígidos e flexíveis. Porém, existe uma tendência em usar a nomenclatura pavimentos de concreto de cimento Portland, para pavimento rígido e pavimento asfáltico para pavimento flexível.

De acordo com a Pesquisa de Rodovias de 2022 elaborada pela Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2022), concluiu-se que o estado geral das rodovias brasileiras piorou em relação a 2021, onde 61,8% da malha rodoviária era considerada regular, ruim ou péssimo, passando para 66,0% no ano de 2022. Estes dados não favorecem os transportadores e aos demais usuários, uma vez que circular em rodovias com condições inadequadas pode ocasionar graves riscos à segurança, além de aumentar os custos de operação, como manutenção constante do veículo e aumento da duração de viagem, do consumo de combustível e ainda causam danos ambientais e a saúde, pois elevam o aumento de emissões de gases de efeito estufa.

Para Dutra (2023), o asfalto convencional é mais comum de ser utilizado nas ruas urbanas, devido à sua flexibilidade e facilidade de aplicação. Esse material oferece uma superfície mais suave e silenciosa para os veículos, contribuindo para o conforto tanto dos motoristas quanto dos pedestres. Por outro lado, segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), as ruas pavimentadas em concreto possuem uma durabilidade três vezes maior em comparação às de asfalto. Esse material demonstra uma resistência superior à frenagem e ao peso dos veículos, tornando-o especialmente adequado para áreas com tráfego intenso e veículos pesados. Especificamente, buscou avaliar o desempenho dos pavimentos em termos de durabilidade, resistência as condições climáticas e de tráfego, e custos totais ao longo da vida útil. Além disso, o estudo fornece recomendações práticas para engenheiros e gestores de infraestrutura, ajudando-os a tomar decisões sobre a escolha de pavimentos com base em suas necessidades específicas e restrições orçamentárias.



As considerações finais deste trabalho visam sintetizar informações da análise comparativa e oferecer *insights* sobre a adequação dos pavimentos de asfalto convencional e concreto armado para diferentes tipos de projetos. Destacou-se as implicações práticas de cada opção e foi sugerido diretrizes que possam orientar futuras decisões no planejamento e execução de projetos de pavimentação, levando em conta tanto os aspectos técnicos quanto econômicos. Portanto, este estudo contribui para um entendimento mais aprofundado das vantagens e limitações de cada tipo de pavimento, promovendo uma abordagem mais eficiente na escolha das soluções para infraestrutura viária.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o desempenho e custo-benefício entre pavimentos de asfalto convencional e asfalto de concreto armado em diversos contextos de aplicação para fornecer diretrizes para a escolha mais eficiente de materiais de pavimentação.

2.2 Objetivos específicos

- Comparar a durabilidade e a resistência às condições climáticas e de tráfego entre pavimentos de asfalto convencional e asfalto de concreto armado;
- Analisar os custos iniciais de instalação e os custos totais de manutenção ao longo da vida útil de cada tipo de pavimento;
- Avaliar o impacto ambiental.

3 REVISÃO DA LITERATURA

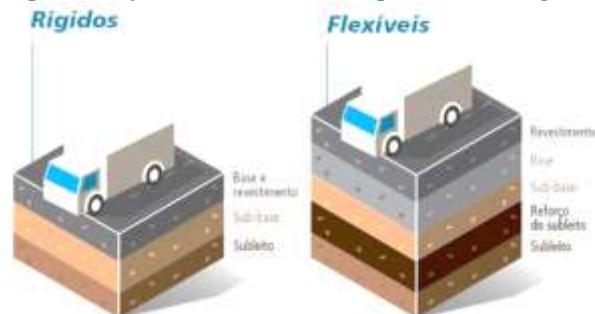
A análise comparativa entre pavimentos de asfalto convencional e asfalto de concreto armado é um tema relevante e atual no campo da engenharia civil, especialmente considerando a crescente demanda por soluções de infraestrutura mais duráveis e economicamente viáveis (ZATARIN, 2016). Para Sousa (2021), o asfalto convencional e o asfalto de concreto armado representam duas abordagens distintas para a construção de pavimentos, cada uma com suas características, benefícios e desafios específicos. Esse tema de forma mais clara, revela-se por ser tratar de uma questão de grande relevância no campo da engenharia civil, à medida que as cidades enfrentam uma crescente demanda por soluções de infraestrutura que sejam ao mesmo

tempo duráveis e economicamente viáveis. A questão é particularmente pertinente ao contexto atual, onde a sustentabilidade e a eficiência dos recursos tornam-se cada vez mais cruciais.

O asfalto convencional é composto por agregados minerais, como areia, brita e pedrisco, e um ligante asfáltico, que é aquecido e misturado para formar o revestimento. Conhecido por sua flexibilidade, o asfalto convencional tem a capacidade de acomodar pequenas deformações na base (ZATARIN, 2016). No entanto, esse tipo de pavimento frequentemente demanda manutenção constante e pode apresentar uma vida útil menor, o que se traduz em custos adicionais e impactos ambientais ao longo do tempo.

O pavimento flexível possui as camadas de revestimento, base, sub-base, reforço do subleito e o subleito, onde o último é a fundação da estrutura. A depender da situação, o pavimento poderá ou não ter camada de sub-base ou de reforço, porém, deverá existir a camada de revestimento, mesmo que seja primária (cascalhamento, agulhamento), e de fundação (subleito). Essas são condições mínimas para que uma estrutura possa ser chamada de pavimento (BALBO, 2007). A Figura 1 ilustra, de modo geral a diferença entre as camadas do sistema de pavimentação rígido e flexível.

Figura 1. Representação das camadas dos pavimentos rígidos e flexíveis



Fonte: Votorantim cimentos (2006)

A Figura 2 exemplifica a aplicação da camada final do pavimento flexível, com o uso do revestimento asfáltico.

Figura 2. Execução de pavimento flexível.



Fonte: Golveia (2023)

A Figura 3 mostra como é feito o processo de construção do pavimento rígido (concreto).

Figura 3. Execução de pavimento rígido em concreto



Fonte: Cimento Itambé (2019)

O asfalto de concreto armado surge como uma alternativa promissora que oferece maior durabilidade e resistência, especialmente em condições de tráfego intenso e ambientes adversos. O concreto armado, apesar de seu custo inicial mais elevado, apresenta uma série de benefícios que podem justificar o investimento a longo prazo, incluindo menor necessidade de manutenção e uma vida útil significativamente mais longa. Essas características fazem com que o concreto armado seja uma opção atraente para projetos de pavimentação onde a durabilidade e a sustentabilidade são prioridades (FURTADO *et al.*, 2018).

De acordo com Bozio e Fisch (2023), além dos aspectos técnicos e econômicos, é fundamental considerar o impacto ambiental nas escolhas de pavimentação. O asfalto convencional, por exemplo, pode contribuir para o aumento das emissões de poluentes e gerar resíduos durante sua aplicação e manutenção. Por outro lado, o asfalto de concreto armado tende a oferecer vantagens em termos de eficiência térmica e redução do efeito da ilha de calor urbano, o que pode ter implicações positivas para o meio ambiente e para a qualidade de vida nas áreas urbanas. Avaliar esses fatores permite uma escolha mais consciente e alinhada com os objetivos de sustentabilidade e responsabilidade ambiental, que são cada vez mais relevantes no planejamento urbano.

Portanto, a escolha entre asfalto convencional e asfalto de concreto armado deve ser feita com base em uma análise abrangente que considere não apenas os custos iniciais, mas também os custos ao longo da vida útil do pavimento, a necessidade de manutenção e os impactos ambientais associados. Para Teixeira e Araújo (2018), esta abordagem permite uma tomada de decisão mais informada e eficiente, alinhada com as necessidades e prioridades específicas de cada projeto de pavimentação. A escolha do pavimento adequado pode

influenciar significativamente a durabilidade das infraestruturas e o impacto ambiental, refletindo a importância de uma avaliação detalhada e crítica de um profissional engenheiro civil.

O asfalto convencional, conhecido por sua flexibilidade e adaptabilidade, tem sido amplamente utilizado em projetos de pavimentação devido às suas propriedades que permitem uma instalação relativamente rápida e um custo inicial mais baixo. Bozio e Fisch (2023) afirmam que este tipo de pavimento é composto por uma mistura de agregados e ligantes asfálticos, que são aquecidos e misturados antes de serem aplicados sobre a superfície de base.

Nos estudos apresentados no artigo de Kuster, (2018), uma análise financeira feita com intuito de comparar o pavimento rígido e o flexível, observando a viabilidade econômica num período de 20 anos, com foco no ciclo de vida útil dos pavimentos mostrou que o pavimento de concreto de início tem um custo maior comparado ao flexível, porém nesse período de tempo não se tem custo com a manutenção desse pavimento. A Tabela 1 abaixo apresenta custos do serviço para os dois tipos de pavimentos.

Um outro estudo realizado por BARBOSA JR (2014), evidencia essa competitividade entre os pavimentos, como analisa a tabela 5, onde o pavimento rígido também se sobressai ao flexível num ciclo de 20 anos.

Tabela 1. Comparativo econômico entre pavimento rígido e flexível.

DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	PAVL. RÍGIDO	PAV. FLEXÍVEL
Construção	R\$ 275.593,28	R\$ 100.479,21
Restauração	R\$ 0,00	R\$ 152.886,69
Manutenção	R\$ 0,00	R\$ 43.108,32
Total	R\$ 27.593,28	R\$ 296.474,22

Fonte: BARBOSA JR (2014).

No entanto, o asfalto convencional tem algumas limitações significativas que afetam sua durabilidade e custo-benefício a longo prazo. Para Bozio e Fisch (2023), a principal preocupação é a sua propensão ao desgaste e à deformação ao longo do tempo, especialmente em regiões com tráfego intenso e condições climáticas adversas. As altas temperaturas e o peso dos veículos podem causar deformações, como formação de sulcos e a fadiga do material, o que pode levar a uma necessidade mais frequente de reparos e manutenção. Esses custos de manutenção e a necessidade de reabilitação periódica podem, eventualmente, superar o custo inicial mais baixo do asfalto convencional (FURTADO *et al.*, 2018).

Por outro lado, o asfalto de concreto armado, também conhecido como pavimento de concreto com reforço, oferece uma alternativa com características distintas que podem superar algumas das limitações do asfalto convencional. Zatarin (2016), explica que o pavimento de concreto armado é composto por uma camada de concreto reforçado com malhas de aço, que proporcionam uma estrutura mais rígida e resistente. Essa rigidez confere ao pavimento de concreto uma durabilidade superior e uma maior resistência a deformações e desgaste. A capacidade do concreto armado de suportar cargas pesadas e resistir ao impacto do tráfego intenso torna-o uma opção atraente para rodovias de alta capacidade e áreas industriais (BOZIO; FISCH, 2023).

Além da durabilidade, o asfalto de concreto armado apresenta uma performance superior em termos de manutenção. Embora o custo inicial de instalação seja geralmente mais alto em comparação com o asfalto convencional, a necessidade de reparos e a frequência de manutenção são significativamente reduzidas (FURTADO *et al.*, 2018). Isso se traduz em um custo total de vida mais favorável para o pavimento de concreto armado, especialmente em ambientes onde as condições de tráfego e clima são exigentes. O pavimento de concreto armado também oferece uma superfície de alta aderência e um bom desempenho em termos de drenagem, características que contribuem para a segurança e eficiência do tráfego.

Segundo Teixeira e Araújo (2018), outro aspecto importante a considerar é a eficiência térmica e ambiental dos dois tipos de pavimento. O asfalto convencional, devido ao seu processo de fabricação e aplicação, pode gerar um efeito de ilhas de calor urbano, onde as superfícies asfaltadas absorvem e reemitem calor, aumentando a temperatura ambiente. O asfalto de concreto armado, por outro lado, tende a refletir mais a luz solar e a manter temperaturas mais baixas na superfície, o que pode reduzir o impacto ambiental e melhorar o conforto térmico nas áreas urbanas.

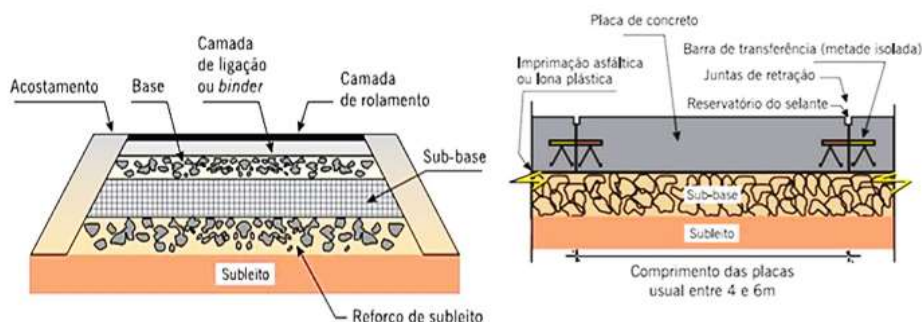
Teixeira e Araújo (2018) descreveram que, do ponto de vista econômico, a escolha entre asfalto convencional e asfalto de concreto armado deve levar em consideração não apenas o custo inicial de instalação, mas também os custos totais de manutenção e operação ao longo da vida útil do pavimento. O asfalto convencional, com seu custo inicial mais baixo, pode parecer mais atraente em termos de orçamento imediato. No entanto, os custos acumulados com manutenção e reparos podem levar a uma comparação desfavorável quando se considera o custo total de vida. Em contraste, o investimento inicial mais alto no asfalto de concreto armado pode

ser compensado pela sua durabilidade e menor necessidade de manutenção, resultando em uma solução mais econômica a longo prazo.

Parizotto *et al.* (2020) destaca que a escolha entre pavimentos rígidos e flexíveis deve ser baseada em uma análise criteriosa dos custos e benefícios de cada opção, levando em consideração as condições locais e as prioridades financeiras da autoridade responsável pela construção e manutenção da rodovia.

Os pavimentos flexíveis são formados por camadas cujo objetivo é distribuir toda a carga da maneira mais homogênea, o que é possível pela deformação elástica sofrida em todas as camadas. Em geral, suportam menores trações (quando comparados aos pavimentos rígidos) e são constituídos, basicamente, por uma camada superficial (asfalto), seguidas de camadas de base, sub-base, reforço do subleito e subleito; em geral, são compostas por materiais granulares e por solo (MARQUES, 2006). Na Figura 4, apresenta-se um comparativo entre a estrutura do pavimento flexível e o pavimento rígido.

Figura 4. Comparativo entre a estrutura do pavimento flexível e o pavimento rígido



Fonte: Bernucci *et al.* (2008).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização da análise comparativa entre pavimentos de asfalto convencional e asfalto de concreto armado, foi necessário empregar uma metodologia que envolvesse a análise de informações sobre os materiais, custos e desempenho de cada tipo de pavimento. O trabalho foi estruturado em três etapas principais: a seleção dos materiais para estudo, a coleta de informações por meio de revisão bibliográfica e estudos de caso, além da análise comparativa dos resultados obtidos.

Para abordagem de forma sistemática, a metodologia adotada envolve a revisão e comparação dos dois tipos de pavimentos com base em aspectos técnicos e econômicos. Isso inclui a análise das propriedades mecânicas e estruturais de ambos os materiais, a avaliação dos



custos iniciais de instalação e dos custos de manutenção ao longo do ciclo de vida, e a consideração dos impactos ambientais e operacionais associados a cada tipo de pavimento.

Os parâmetros para análise incluíram os pavimentos de asfalto convencional e de concreto armado, cada um com características e propriedades distintas. Envolveu ainda, a seleção de diferentes formulações de asfalto convencional utilizadas em projetos viários, considerando variáveis como o tipo de agregados e a composição do ligante asfáltico.

Esta revisão abrangeu a análise de artigos acadêmicos, relatórios técnicos e estudos de caso relevantes, que forneceram informações sobre durabilidade, resistência, custos e impacto ambiental de ambos os tipos de pavimento.

Na sequência, foram selecionados estudos de caso que possibilitaram uma avaliação prática dos materiais em condições reais de aplicação. Esses estudos foram escolhidos com base em projetos de pavimentação que utilizaram tanto asfalto convencional quanto concreto armado, e que apresentavam dados detalhados sobre o desempenho dos pavimentos, incluindo informações sobre manutenção, custos e condições de tráfego.

Para o asfalto convencional, foram considerados aspectos como a formação de sulcos e a fadiga do material, enquanto para o concreto armado foram avaliadas a resistência à compressão e à flexão, além da ocorrência de fissuras.

Foram analisados aspectos econômicos associados a cada tipo de pavimento, incluindo os custos iniciais de instalação e os custos de manutenção ao longo da vida útil. A revisão de orçamentos de projetos e relatórios financeiros ajudou a determinar os custos relacionados à construção, manutenção e reparos dos pavimentos de asfalto convencional e concreto armado. O impacto ambiental e a eficiência térmica dos pavimentos também foram considerados na análise. Foram utilizados dados sobre a absorção e emissão de calor de superfície para comparar os efeitos ambientais dos pavimentos em ambientes urbanos.

Os dados coletados foram sintetizados para identificar padrões e diferenças significativas entre os pavimentos de asfalto convencional e concreto armado. A análise comparativa ofereceu uma visão abrangente das vantagens e limitações de cada tipo de pavimento, contribuindo para uma escolha mais informada e eficiente em projetos de pavimentação. Essa abordagem metodológica permitiu uma avaliação detalhada e comparativa dos materiais estudados, fornecendo uma base sólida para compreender as implicações práticas e econômicas da escolha entre asfalto convencional e concreto armado na pavimentação de vias.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na análise comparativa entre pavimentos de asfalto convencional e asfalto de concreto armado revelam diferenças significativas tanto em termos de desempenho quanto de custo, com implicações importantes para a escolha do tipo de pavimento em projetos de infraestrutura. A discussão dos resultados se concentra em três áreas principais: desempenho técnico, custos econômicos e impacto ambiental.

Quando se compara a pavimentação flexível e rígida, Araújo *et al.* (2016), afirmam que se faz necessário levar em consideração outros fatores além de questões econômicas, como o clima, o tráfego, o tipo de solo e as necessidades específicas do projeto em questão. No entanto, a análise feita por Araújo (2016), revelou que, apesar dessas vantagens, o asfalto convencional enfrenta desafios substanciais relacionados à durabilidade. Em condições de tráfego intenso e exposição a variações climáticas extremas, o asfalto convencional tende a sofrer deformações, como a formação de sulcos e a fadiga do material. Essas deformações são indicativas de uma capacidade limitada de suportar cargas pesadas e podem levar a uma deterioração mais rápida do pavimento, resultando na necessidade de reparos e manutenção mais frequentes.

Em contraste, o asfalto de concreto armado demonstrou uma resistência superior a essas condições adversas. Segundo Teixeira (2018), os pavimentos de concreto armado, devido à sua estrutura rígida e ao reforço com malhas de aço, apresentaram uma maior capacidade de suportar cargas pesadas e resistir ao impacto do tráfego intenso. A análise dos dados de resistência à compressão e à flexão revelou que o concreto armado é menos suscetível à formação de fissuras e ao desgaste prematuro, contribuindo para uma durabilidade significativamente maior em comparação com o asfalto convencional.

Quanto aos custos econômicos, a análise realizada por Furtado (2018) revelou uma diferença marcante entre os dois tipos de pavimento. O custo inicial de instalação do asfalto convencional é geralmente mais baixo, o que pode torná-lo uma opção atraente para projetos com orçamento restrito. No entanto, os custos de manutenção e reparos associados ao asfalto convencional podem se acumular ao longo do tempo, especialmente em contextos de tráfego intenso e condições climáticas severas. Esses custos adicionais frequentemente compensam o benefício do custo inicial mais baixo, resultando em um custo total de vida que pode ser mais elevado do que o do concreto armado.



Por outro lado, embora o investimento inicial em pavimentos de concreto armado seja significativamente mais alto, a durabilidade superior e a menor necessidade de manutenção ao longo da vida útil podem resultar em uma economia global.

Ao pavimentar as rodovias a dirigibilidade aumentou de forma significativa. Entretanto, ao se construir e operar uma rodovia, impactos ambientais positivos e negativos são percebidos e por esta razão devem ser mensurados. O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) através da Resolução de número 001 de 23 de janeiro de 1986 define impacto ambiental como qualquer alteração nas propriedades físicas, químicas ou biológicas no meio ambiente causada por intervenção humana e que possa afetar direta ou indiretamente a saúde, segurança ou bem-estar da população; atividades sociais econômicas; biota, condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986). De acordo com Vilhena (2017), geralmente quando se usa o termo impacto ambiental, tende-se a imaginar que é algo ruim, porém os impactos podem ser negativos ou positivos.

Entre os impactos positivos, são percebidos a geração de emprego na construção da rodovia, a ligação entre regiões para o escoamento de produção e deslocamento de pessoas, a redução dos custos de transporte, segurança de uso e fluxo mais contínuo.

Por outro lado, estão os impactos negativos como desmatamento no momento da construção da obra, interrupção de corredores bióticos que durarão eternamente ou enquanto existir essa rodovia, compactação de solo, desvio de águas pluviais, geração de resíduos sólidos, dentre outros.

Ao comparar os pavimentos rígidos e flexíveis, percebe-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 (ARAÚJO, 2016).



A Tabela 2, mostra a comparação entre os dois tipos de pavimentos.

Tabela 2. Vantagens e Desvantagens - rígido x flexível

PAVIMENTOS RÍGIDOS	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS
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 aderência 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).

Fonte: ibracon.org.br

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a comparação entre pavimentos de asfalto convencional e asfalto de concreto armado reflete uma análise detalhada dos objetivos propostos e dos resultados obtidos, oferecendo uma visão abrangente das implicações práticas e econômicas de cada tipo de pavimento. O objetivo geral do trabalho era avaliar as diferenças de desempenho e custo-benefício entre os pavimentos de asfalto convencional e concreto armado, e os resultados obtidos demonstraram claramente as características distintas e as vantagens e desvantagens associadas a cada material.

A análise comparativa entre pavimentos de asfalto convencional e asfalto de concreto armado revela que ambos os tipos de pavimento têm suas vantagens e desvantagens específicas, que devem ser consideradas com base nas necessidades e características do projeto em questão.

Em relação aos objetivos específicos, o primeiro foi comparar a durabilidade e a resistência dos pavimentos. A análise revelou que o asfalto convencional, apesar de sua flexibilidade e capacidade de adaptação a pequenas deformações, enfrenta limitações significativas em termos de durabilidade e resistência a condições adversas. O asfalto convencional mostrou-se propenso a deformações e desgaste prematuro, especialmente em contextos de tráfego intenso e variações climáticas extremas.



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 – pouca contribuição estrutural – controle de bombeamento, expansão, contração – concreto de cimento. O segundo objetivo específico envolveu a análise dos custos iniciais de instalação e dos custos totais de manutenção ao longo da vida útil dos pavimentos (ARAÚJO *et. al.* 2016).

A análise do impacto ambiental e a eficiência térmica dos pavimentos revelou que o asfalto convencional, por sua capacidade de absorver calor, contribui para o efeito de ilha de calor urbano, o que pode aumentar a temperatura ambiente nas áreas urbanas.

A comparação entre os pavimentos de asfalto convencional e concreto armado revelou que cada tipo de pavimento tem suas próprias vantagens e limitações. O asfalto convencional é mais acessível em termos de custo inicial e flexível, mas apresenta desafios em termos de durabilidade e manutenção. Por outro lado, o concreto armado, com sua superior durabilidade e menor necessidade de manutenção, oferece uma solução mais robusta e econômica a longo prazo, apesar do maior custo inicial. A consideração dos impactos ambientais também destacou o papel importante da eficiência térmica na escolha do tipo de pavimento. Assim, a decisão entre asfalto convencional e concreto armado deve ser baseada em uma avaliação cuidadosa das condições específicas do projeto, das necessidades de desempenho e das restrições orçamentárias, buscando um equilíbrio que promova eficiência, durabilidade e sustentabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, M. A. *et al.* **Análise comparativa de métodos de pavimentação–pavimento rígido (concreto) x flexível (asfalto).** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento. Ano, v. 1, p. 187-196, 2016. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/metodos-de-pavimentacao>>. Acesso em: 4 nov. 2024.
- BERNUCCI, L. *et al.* **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros.** Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2008.
- BOZIO, A. F.; FISCH, F. **Manifestações patológicas em pontes de concreto armado no Rio Itajaí-Mirim (Brusque/sc).** REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 19, n. 2, p. 37-48, 2023.
- CIMENTO ITAMBÉ. **9 razões que fazem o pavimento de concreto ser competitivo.** Cimento Itambé. 2018. Disponível em: Acesso em: 16 abr. 2023.



- CIMENTO ITAMBÉ. **Rodovias do futuro tendem a unir concreto e asfalto**. Cimento Itambé. 2014. Disponível em: Acesso em: 08 mar. 2023.
- DUTRA H. **Ruas de asfalto ou concreto - Conheça os prós e contras**. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/ruas-de-asfalto-ou-concreto/>>. Acesso em: 26 nov. 2024.
- FURTADO, J. J. H. C. *et al.* **Otimização de Longarinas de Pontes em Concreto Armado**. TCC (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Engenharia Civil, 2018.
- KUSTER, M. P.; RODGHER, S. F. **Pavimento de concreto: viabilidade e seus benefícios**, 2018.
- PARIZOTTO, D. *et al.* **Revisão sistemática da aplicabilidade da pavimentação rígida e flexível em rodovias**. Brasil Escola, 2020.
- SOUSA, M. A. de. **Estudo do reaproveitamento de resíduos sólidos em asfalto modificado**. 2021.
- TEIXEIRA, L. H. B.; ARAUJO, O. C. C. **Estudo das vantagens do asfalto-borracha em relação ao asfalto convencional**. 2018.
- SALOMÃO, P. M .A; SANTOS, J. A. G; FERREIRA, RAMON. S. **Environmental impacts generated by road construction and operation**. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1368/1107>>. Acesso em: 28 nov. 2024.
- VOTORANTIM CIMENTOS. **Pavimento rígido: solução para corredores de ônibus**. Mapa da obra. 2018. Disponível em: Acesso em: 19 abr. 2023.
- ZATARIN, A. P. M. *et al.* **Viabilidade da pavimentação com asfalto-borracha**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, 2016.