

UNICESUMAR - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS TECNOLÓGICAS E AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**COMPARATIVO DE TRAFEGABILIDADE ENTRE PAVIMENTO ASFÁLTICO E
PAVIMENTO DE CONCRETO**

MATHEUS MUNIZ

MARINGÁ – PR

2019

MATHEUS MUNIZ

**COMPARATIVO DE TRAFEGABILIDADE ENTRE PAVIMENTO ASFÁLTICO E
PAVIMENTO DE CONCRETO**

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNICESUMAR – Centro Universitário de Maringá como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof. Me. Claudio de Souza Rodrigues.

MARINGÁ – PR

2019

FOLHA DE APROVAÇÃO
MATHEUS MUNIZ

**COMPARATIVO DE TRAFEGABILIDADE ENTRE PAVIMENTO ASFÁLTICO E
PAVIMENTO DE CONCRETO**

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNICESUMAR – Centro Universitário de Maringá como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof. Me. Claudio de Souza Rodrigues.

Aprovado em: ____ de _____ de ____.

Prof. Me. Claudio de Souza Rodrigues - UNICESUMAR

COMPARATIVO DE TRAFEGABILIDADE ENTRE PAVIMENTO ASFÁLTICO E PAVIMENTO DE CONCRETO

Matheus Muniz

RESUMO

A finalidade deste presente artigo refere-se à comparação entre dois tipos de pavimentos, quais sejam (pavimento asfáltico e pavimento de concreto) abordando diversos aspectos positivos e negativos de ambos, visto que a evolução das estradas e rodovias ao longo dos tempos foi enorme e significativa, o estudo dos materiais que as compõem é especialmente relevante. Sabe-se que os pavimentos de concreto têm maior desempenho e durabilidade, já os pavimentos asfálticos são executados de forma mais rápida. A partir dos dados obtidos, visando suas vantagens e desvantagens, constatou-se que a escolha pelo uso do pavimento de concreto pode ser considerada mais eficiente devido às vantagens que ele representa, tais como: maior segurança usuário, melhor visibilidade à noite, maior resistência a intempéries e menor absorção de calor.

Palavras-chave: Concreto. Eficácia. Pavimentação.

COMPARATIVE OF TRAFFICABILITY BETWEEN ASPHALT PAVEMENT AND CONCRETE PAVEMENT

ABSTRACT

The aim of this paper is to compare two types of pavement, id est., asphalt pavement and concrete pavement, examining various positive and negative aspects of both. Considering that the evolution of roads and highways throughout the years has been huge and significant (, the study of their materials is especially relevant). It is known that concrete pavements have better performance and durability, while asphalt pavements are executed more quickly. Through the observation of the data obtained, regarding their advantages and disadvantages, it has been verified that the choice for the use of concrete pavement can be considered more efficient due to its advantages, namely: greater user safety, greater visibility at night, increased resistance to weathering and less heat absorption.

Keywords: Concrete. Effectiveness. Pavement.

1 INTRODUÇÃO

Caminhar é o meio de locomoção mais antigo e rudimentar que existe, e ao longo da evolução o homem aprimorou cada vez mais esses métodos. As estradas surgiram com o objetivo de proporcionar mobilidade à população e facilitar seu deslocamento, bem como proporcionar o desenvolvimento econômico através do escoamento de produtos e mercadorias. (FARIA, 2003)

A pavimentação foi criada como uma ferramenta de melhoria das estradas, a fim de auxiliar o transporte, promovendo agilidade, economia e conforto aos usuários.

Segundo Bernucci et al. (2008) “pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas construída sobre a superfície final de terraplenagem”. O pavimento deve ser capaz de resistir aos esforços provindos do tráfego de veículos e das alterações climáticas.

Já para DNIT (2006), o pavimento é um sistema de várias camadas de espessuras finitas, que se assenta sobre um semi espaço teoricamente infinito e exerce a função de fundação da estrutura, chamada de sub leito, podendo estes pavimentos serem classificados como flexíveis e rígidos.

Atualmente no Brasil, o transporte rodoviário terrestre é o mais utilizado, sendo responsável pela maior parcela do transporte de carga e passageiros do país (CNT, 2017).

Logo, é de extrema importância a manutenção da pavimentação da malha viária existente e sua ampliação. No entanto, antes da escolha do tipo de pavimento que será adotado, é necessário avaliar os custos-benefícios quanto a vida útil do pavimento, sua durabilidade, resistência e os impactos ambientais.

Diante do cenário descrito, esta pesquisa justifica-se pela necessidade de conhecer e diferenciar pavimento de concreto e pavimento asfáltico, bem como as vantagens e desvantagens de suas utilizações em cada região, podermos analisar a melhor alternativa sobre o tipo de pavimento a ser executado, beneficiando os usuários tanto em segurança quanto em economia.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Pavimento

Pavimento é a estrutura onde pessoas possam se locomover, seja com carro, ônibus, caminhão, bicicleta ou a pé. Em todos esses locais sempre haverá um esforço vertical ocasionado pelo peso dos mesmos, que pode ser mais intenso em algumas partes da via e menos intenso em outra. Essa solicitação será repassada para o pavimento que deverá resistir e redistribuir os esforços para a sua estrutura, independentemente de sua intensidade. Além de esforço vertical, o pavimento deve resistir a esforços horizontais que são aplicados no mesmo. (SENÇO, 2007).

Estudos deverão ser realizados para que o projeto e a obra resistam a todas essas solicitações, tenham uma maior durabilidade, para que a população tenha mais conforto e segurança na sua locomoção. Há diferentes tipos de pavimento e podem ser classificados conforme a figura 1:

Figura 1: Classificação dos pavimentos.

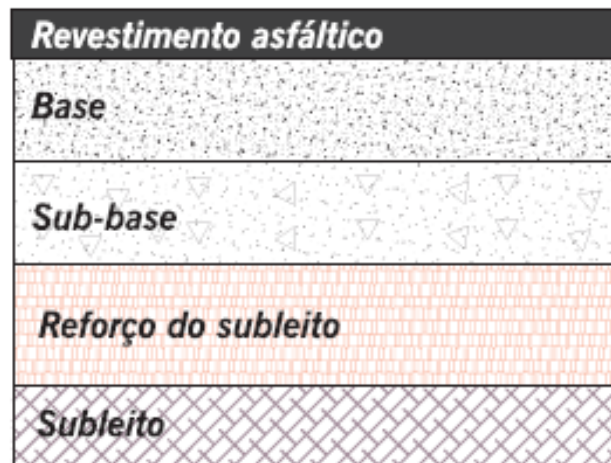


Fonte: DNIT, 2006.

2.2 Pavimento Asfáltico

Associados aos pavimentos flexíveis estão os pavimentos betuminosos, compostos por uma camada superficial asfáltica, apoiada em camadas de base, sub-base e de reforço de subleito, que são constituídos por materiais granulares, solos ou misturas de solos, sem adição de agentes cimentantes (Figura 2). Dependendo do tráfego, do suporte do subleito, da rigidez e da espessura das camadas, e das condições ambientais, uma ou mais camadas podem ser suprimidas (BERNUCCI et al, 2008).

Figura 2: Composição do pavimento asfáltico.



Fonte: Pavimentação asfáltica, 2008

A pavimentação asfáltica é recomendada para solos capazes de resistir a cargas provenientes do tráfego, suprimindo quando possível as camadas que não são necessárias a este tipo de pavimento. (GUIMARÃES NETO; SANTOS FILHO, 2011).

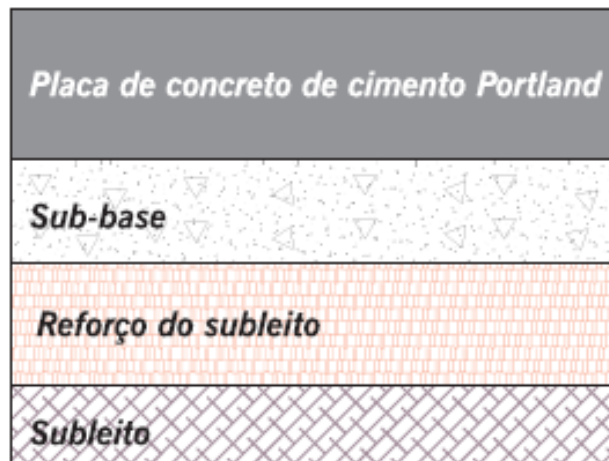
2.3 Pavimento de Concreto

A pavimentação de concreto está associada aos pavimentos rígidos e tem em sua característica ser mais resistente que o pavimento asfáltico. Segundo Balbo (2007), o pavimento no qual a camada de revestimento absorve grande parcela de esforços horizontais solicitantes, acaba por gerar pressões verticais aliviadas, bem distribuídas sobre as camadas inferiores. Neste sentido, o

pavimento rígido é aquele em que o revestimento de concreto tem elevada rigidez em relação às camadas inferiores.

Ainda Balbo (2007) afirma que o pavimento de concreto pode ou não apresentar uma camada de sub-base entre o revestimento e o reforço do subleito (Figura 3). O que influencia na quantidade de camadas a serem executadas é a qualidade do material do subleito.

Figura 3: Composição do pavimento de concreto Portland.



Fonte: Pavimentação asfáltica (2008).

A pavimentação rígida quando comparada com o pavimento flexível tem melhor capacidade de distribuir as tensões do tráfego, que resulta em menos esforços nas camadas inferiores, como reforço do subleito e serviços de manutenção, geralmente empregado nos pavimentos flexíveis. (GUIMARÃES NETO; SANTOS FILHO, 2011).

2.4 Construção do pavimento

Para Ribas (2017), o pavimento asfáltico apresenta maior oferta de empresas que possuem mão de obra, máquinas e equipamentos necessários para a execução, pois sua execução é rápida em comparação a pavimentação de concreto. Apesar da utilização do pavimento de concreto estar em crescimento no Brasil.

Na pavimentação asfáltica os materiais utilizados são: aglomerantes asfáltico, agregados graúdos e agregado miúdo. O processo de execução do

pavimento asfáltico consiste em três etapas, sendo elas: imprimação, lançamento do CBUQ e compressão e compactação. (BERNUCCI et al, 2008).

Já na pavimentação de concreto os materiais são: cimento Portland, agregados graúdos e miúdos, podendo conter uma malha metálica caso haja a necessidade de uma resistência maior. Seu processo de execução é o lançamento do concreto, e adensamento do mesmo. (MARQUES, 2006).

2.5 Durabilidade da pavimentação

As constantes intervenções para manutenções dos pavimentos asfálticos, causam transtornos para os motoristas, afeta diretamente o entorno do local e também pode causar prejuízos ambientais. (VIZZONI, 2015).

Figura 4: Exemplos de buracos em pavimentos asfálticos.



Fonte: Disponível em: <http://www.abcic.org.br/Arquivos/j3yu0bt3.pdf>

O pavimento asfáltico, com a falta de manutenção pode ter a formação buracos (figura 4), e trilha das rodas (figura 5), deformação causada pela falta de manutenção e que normalmente acontece próximo a pontos de ônibus pelo excesso no tráfego de ônibus e faixas destinadas exclusivamente a veículos pesados

Figura 5: Exemplos de trilha das rodas.



Fonte: Disponível em: <http://www.abcic.org.br/Arquivos/j3yu0bt3.pdf>

Ainda para Vizzoni (2015), a pavimentação de concreto tem a vantagem da grande durabilidade, requerendo uma baixa manutenção. A pavimentação em concreto é a solução recomendada em vias públicas, corredores de ônibus e rodovias com tráfego intenso e pesado, conforme mostra a figura 6.

Figura 6: Corredor de ônibus da cidade de Curitiba-PR.



Fonte: disponível em: <http://movimentoconviva.com.br/corredores-de-onibus-em-curitiba/>

2.6 Economia de Combustível

O pavimento de concreto possui uma maior resistência em sua camada superior, ou seja, não possui deformidades naturais, o que cria uma menor resistência ao rolamento, exigindo menor esforço dos veículos ao trafegar. Isso contribui diretamente na economia de combustível ocasionando uma diminuição na emissão de gases poluentes na atmosfera, colaborando com o meio ambiente. Já pavimento asfáltico, apresenta uma deformação natural conforme sua utilização, como demonstra a figura 7. O consumo de combustível de caminhões trafegando em pavimentos de concreto, pode chegar a uma redução de 20%. (ZANIEWSKI, 2011).

Figura 7: Exemplo de resistência ao rolamento em pavimentos asfálticos.



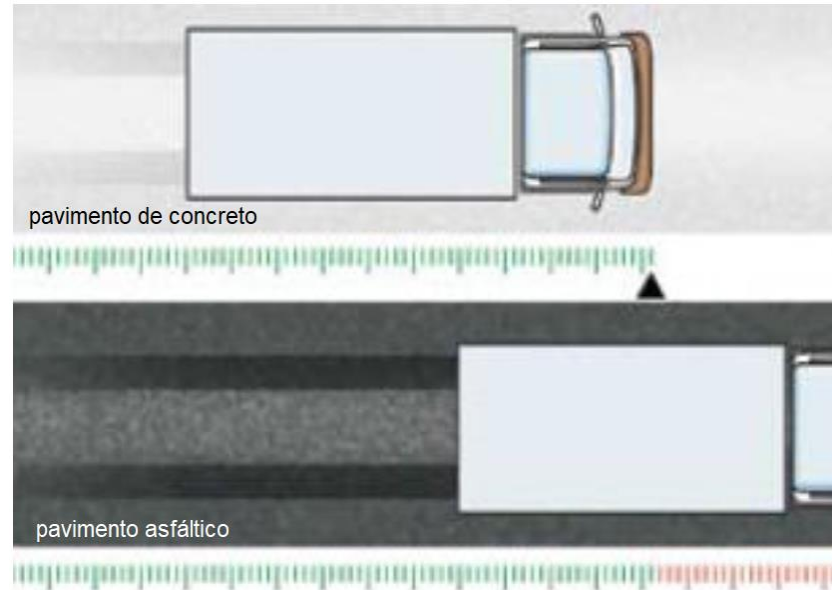
Fonte: disponível em:

https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/01/folder_estrada_concreto-1.pdf

2.7 Distância de frenagem

Segundo Ribas (2017), o pavimento de concreto, tem maior aderência dos pneus à superfície de rolamento, permitindo a redução na distância de frenagem (figura 8), e tende a evitar ou diminuir a ocorrência de acidentes de trânsito devido possibilitar maior poder de reação em situações emergenciais.

Figura 8: Exemplo de diferença de frenagem nos pavimentos.



Fonte: disponível em:

https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/01/folder_estrada_concreto-1.pdf

Ruhl, R.L, (2007) realizou diversos testes comparativos quanto a frenagem em pavimentos de concreto e asfalto. Por exemplo, a distância de frenagem de um veículo, a 95 km/h, em pista molhada, é de 109 m, para pista de asfalto, que cai para 96 m na pista de pavimento de concreto, correspondendo cerca de 14% na redução da frenagem entre os pavimentos (quadro 1). Em uma situação de emergência, essa diferença pode ser importante, talvez diminuir e/ou evitar o número de acidentes.

Quadro 1: Testes de frenagem em pavimentos de concreto e pavimento asfáltico.

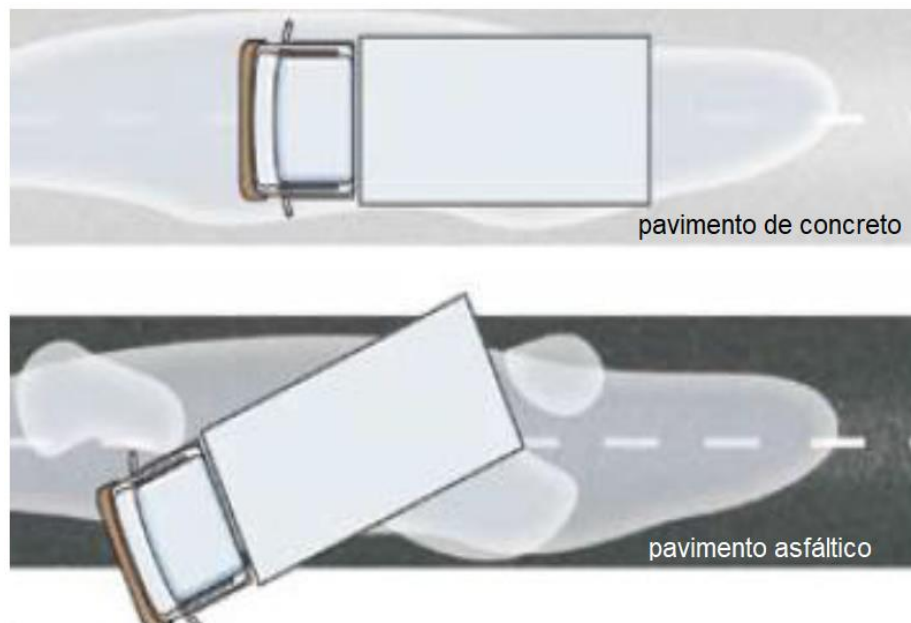
Distâncias comparadas	Distância de frenagem (m)		
	Concreto	Asfalto	A/C %
Seca e nivelada	50	58	16%
Úmida e nivelada	96	109	14%
Úmida com trilha de roda	96*	134	40%
* sem trilha de concreto para pista em concreto.			
Obs.: veículo usado, Chevy - Velocidade 95 Km/h.			

Fonte: Ruhl, R.L., Safety Considerations of Rutted and Washboarded Asphalt Road, (2007).

2.8 Derrapagem e escoamento

Segundo Ribas (2017), o pavimento de concreto é eficiente para evitar aquaplanagem, devido a velocidade de escoamento da água, que é superior na pavimentação em concreto comparado a pavimentação asfáltica, resultando em uma melhor resistência à derrapagem causada por hidroplanagem, ilustrado na figura 9.

Figura 9: Exemplo de derrapagem por hidroplanagem.



Fonte: disponível em:

https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/01/folder_estrada_concreto-1.pdf

2.9 Desempenho dos faróis dos veículos

Segundo artigo “Road Surfaces Reflectance Influences Lighting Design” dos EUA publicado por “Richard E. Stark”. A vantagem do concreto em ter uma coloração clara, tem 30% a mais na capacidade de reflexão de luz, conseqüentemente uma melhora na visibilidade dos motoristas, principalmente à noite ou em dias chuvosos, sendo assim mais seguras para os motoristas, conforme demonstra a figura 10.

Figura 10: exemplo de comparação de iluminação dos faróis de veículos.



Fonte: disponível em:

https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/01/folder_estrada_concreto-1.pdf

2.10 Economia de energia elétrica em iluminação pública

O fato de os pavimentos em concreto serem mais claros, também interfere positivamente na economia de energia elétrica na iluminação pública, cerca de 30 a 60% em virtude da cor mais clara dos pavimentos em concreto. (PACE E BECKER, 1999).

Na figura 11 podemos ver exemplo dessa reflexão, podendo então ter uma quantidade menor de iluminação nas vias, sendo possível a economia de energia.

Figura 11: Exemplo de diferença na iluminação pública.



Fonte: disponível em:

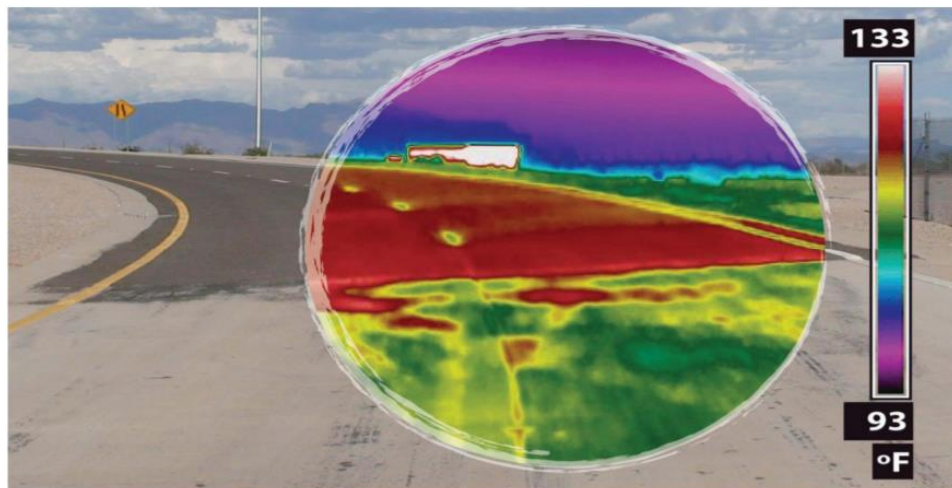
https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/01/folder_estrada_concreto-1.pdf

2.11 Temperatura do pavimento

Para o “Cool Pavements” (2014) dos EUA. A temperatura medida na superfície das estradas no pavimento de concreto pode ser até 14° C menor, comparando as medidas em superfície asfálticas.

Na figura 12 temos um comparativo da absorção de calor entre o pavimento de concreto e o pavimento asfáltico. Observa-se que pelo fato da cor escura do pavimento asfáltico refletir menos a luz do sol, e por conta disso a absorção de calor é bem maior. Ao contrário do pavimento de concreto que reflete mais a luz do sol e absorve menos calor.

Figura 12: Comparação da temperatura na superfície do pavimento de concreto e pavimento asfáltico.



Fonte: ABCP, disponível em: <http://www.abcic.org.br/Arquivos/j3yu0bt3.pdf>

2.12 Ruído

A pavimentação flexível é mais eficiente que a pavimentação rígida quanto a emissão de ruído, isso devido a porosidade apresentada na pavimentação flexível que se torna a opção mais recomendada do ponto de vista acústico. As superfícies betuminosas apresentam vazios superficiais, que acabam gerando menos ruído do que as superfícies de concreto, acusticamente mais rígidas. Em velocidade constante esse ruído pode chegar entre 2 a 5 dB(A) a mais na superfície de concreto comparando com superfícies betuminosa. (HOOD, 1987).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pavimentação de concreto apresenta algumas vantagens em relação a pavimentação asfáltica, tornando-a mais segura e confortável para os usuários. Dentre as vantagens estão, a capacidade de manter a superfície do pavimento em boas condições, aumento da segurança na circulação dos veículos por não sofrer deformação, não formar trilha de rodas, não promover aquaplanagem, refletir melhor a luz, e ter uma maior distância de visibilidade horizontal, principalmente à noite, também é alternativa mais sustentável, com a economia de combustível e economia de energia elétrica.

4 CONCLUSÃO

O principal motivo deste trabalho foi realizar um comparativo entre a pavimentação asfáltica e o pavimento de concreto, mostrar as vantagens técnicas, durabilidade, segurança e conforto. Pelos critérios abordados observamos que o pavimento de concreto tem vantagens sobre o pavimento asfáltico, por apresentar características que melhoram a qualidade das vias, o custo operacional dos veículos, o conforto e a segurança dos usuários, como também desvantagem do ruído dos veículos ao trafegarem pelas vias.

O comparativo entre pavimentos não trata de procurar a substituição dos pavimentos asfálticos pelos de concreto, ignorando toda uma tecnologia desenvolvida durante anos, trata-se apenas de criar uma nova opção. Em vista do exposto, pode-se dizer que o pavimento de concreto é uma solução técnica recomendável. Além disso, é importante ressaltar que o usuário tem o direito de trafegar em rodovias e vias urbanas seguras e confortáveis.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, **Pavimento de Concreto**, Disponível em: <<http://www.abcic.org.br/Arquivos/j3yu0bt3.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2019.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica: Materiais, projetos e restauração**. São Paulo, Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS/ABEDA, 2008.

Confederação Nacional do Transporte – CNT. **Transporte Rodoviário: Por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?** Brasília, CNT, 2017. Disponível em: <http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Estudos%20CNT/estudo_pavimentos_nao_duram.pdf>. Acesso em 10 nov. 2019.

COOL PAVEMENTS, **Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies**, 2014. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-08/documents/coolp_avescompendium_ch5.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte – DNIT. **Manual de Pavimentação Rodoviária**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2006.

FARIA, Eloir Oliveira. **História dos transportes terrestres no mundo**. UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro 2003.

GUIMARÃES NETO, Guilherme Loreto. **Estudo Comparativo entre a Pavimentação Flexível e Rígida**, 2011, 80p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia (CCET), Universidade da Amazônia (UNAMA), Belém, 2011.

HOOD, Robert A. **Accuracy of Calculation of Road Traffic Noise. Applied Acoustics**, Amsterdam, 1987.

MARQUES, Geraldo L. de Oliveira. **Pavimentação**, Disponível em: <<http://www.ufjf.br/pavimentacao/files/2009/03/Notas-de-Aula-Prof.-Geraldo.pdf>> Acesso em: 11 nov. 2019.

PACE E BECKER, **Costo de Pavimentos a lo Largo de su Vida Útil**, Buenos Aires, 1999.

RIBAS, Leandro Carlos. **Custo-Benefício na Execução de Pavimentos Rígidos**, 2017, 86p. Trabalho de Conclusão (Graduação em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2017.

RUHL, R.L., **Safety Considerations of Rutted and Washboarded Asphalt Road**, EUA, 2007.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. 2ª Edição. São Paulo; Editora Pini, 2007.

STARK, Richard E. **Road Surfaces Reflectance: Influences Lighting Design**, Disponível em: <https://www.nrmca.org/taskforce/Item_2_TalkingPoints/Sustainability/Sustainability/Reflectance%20Article%20by%20Stark.pdf> Acesso em: 10 nov. 2019.

VIZZONI, Ronaldo. **Solução sustentável e custo competitivo**. In: BRAZIL ROAD EXPO 2015 – PAVIMENTO DE CONCRETO, 2015, São Paulo. Disponível em:<http://www.abcic.org.br/Seminario_brazil_road_2015/Palestras/Pavimento_Concreto.pdf> Acesso em 10 nov. 2019.

ZANIEWSKI, John P. **Effect of Pavement Surface Type on Fuel Consumption**, SR289.01P, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, EUA. 1989.