

CONSTRUÇÃO ECONÔMICA DE ESTRADAS

Julio Fernandes Ribeiro¹

Lucas Machado Rocha²

Paulo Roberto de Azevedo Souza³

juliofernandes46@gmail.com

RESUMO:

Observando o grande fluxo do transporte rodoviário nacional e a grande necessidade de uma malha rodoviária adequada para a boa fluidez do tráfego, foi realizado levantamento bibliográfico e análise de normas técnicas em vigor. O objetivo do estudo foi analisar a utilização de asfalto modificado com borracha de pneus, conhecido como Asfalto-Borracha no capeamento da rodovia, observando seus comportamentos quanto a eficiência e eficácia da utilização dos mesmos visando obter viabilidade técnica e financeira superiores ao uso da metodologia convencional da implantação, de forma que a construção de estradas de rodagem se torne um empreendimento com menor custo de implantação e manutenção, mais sustentável e proporcionando maior conforto e segurança para os usuários.

PALAVRAS-CHAVE: Estradas; Pavimentação; Asfalto Borracha.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades e, a necessidade de interligação entre elas, além do aumento da população mundial, demanda, cada vez mais, a construção de novas estradas de rodagem que viabilizem o transporte de pessoas e de cargas (REZENDE; COELHO, 2015).

Rezende e Coelho (2015) afirmam que há uma íntima relação entre desenvolvimento socioeconômico e a existência de rodovias. Geralmente, a qualidade das rodovias ou mesmo a existência destas estão relacionadas ao grau de desenvolvimento econômico e social de uma nação.

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), a rodovia, em termos estruturais e de uma forma genérica, pode ser abordada segundo duas componentes: a infraestrutura e a superestrutura.

A Infraestrutura rodoviária é constituída por plataforma terraplena, ou seja, toda movimentação de terra, como cortes e aterros; sistemas de proteção e drenagem que

¹ Acadêmico do 10º período do curso de Engenharia Civil da faculdade UNIVÉRTIX – Três Rios.

² Graduado em Engenharia Civil; M.Sc. Professor da Faculdade UNIVÉRTIX – Três Rios.

³ Graduado em Análise de Sistemas; Especialista em Psicopedagogia e Tecnologias Aplicadas à Educação e Mestre em Informática. Professor da Faculdade UNIVÉRTIX – Três Rios.

respondem pela preservação e durabilidade da via e, ainda, as obras de arte especiais, que correspondem a estruturas tais como pontes, viadutos e túneis (DNIT, 2010).

Já a Superestrutura Rodoviária é constituída pelo pavimento que corresponde ao reforço de subleito, a sub-base, base, binder e a camada de rolamento; as obras complementares e a sinalização, tanto vertical quanto horizontal, que buscam resguardar a segurança do usuário no tráfego. (DNIT, 2010).

Neste trabalho é abordada parte da superestrutura tendo como abordagem a utilização de asfalto-borracha na camada de rolamento destinada a suportar às ações do tráfego e dispersa-las de forma moderada às camadas inferiores, impermeabilizar o pavimento, além de melhorar as condições de rodagem proporcionando conforto e estabilidade para os usuários.

O presente trabalho tem como objetivo analisar métodos e materiais tecnológicos usados na construção de estradas, observando seus comportamentos quanto à eficiência e eficácia da utilização dos mesmos como substitutos a utilização de materiais e métodos convencionais, de forma que a construção de rodovias se torne um empreendimento com menor custo de implantação e manutenção, além de serem umas das camadas mais importantes do pavimento flexível, visto que proporcionam conforto e segurança para os usuários.

2 METODOLOGIA

O presente artigo caracteriza-se como um estudo exploratório. Pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores (GIL, 1995). Tendo abordagem qualitativa, são realizados: comparativo de bibliografia teórica existente, levantamento de dados em manuais e normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), do Departamento de Estradas de Rodagem (DER), e da Confederação Nacional de Transportes (CNT), relacionados a tecnologia de pavimentação.

Também são realizadas análises de casos específicos de artigos e dissertações para obtenção de conclusão geral, cuja finalidade é aplicada a economia na

construção e manutenção de estradas utilizando materiais tecnológicos não convencionais.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Considerações iniciais

O transporte, inserido no processo produtivo com destacada função na atividade meio, posiciona-se com relevância no contexto do desenvolvimento global do País, a par de constituir-se como um grande indutor ao desenvolvimento socioeconômico e em fator de segurança e de integração político-administrativa. (DNIT, 2010)

Releva observar que no Brasil o subsetor rodoviário, em termos participativos, apresenta uma predominância absoluta, como decorrência de um processo histórico e face às vantagens comparativas de que o modal rodoviário desfruta. Em razão da estrutura da demanda nacional de transporte, sua distribuição espacial e particularidades, citam-se como exemplos de vantagens competitivas (DNIT,2010):

A notada flexibilidade e segurança do transporte rodoviário que, aliadas à relativa rapidez e às boas condições de operação, possibilitam tarifas e fretes competitivos com os preços finais das outras modalidades;

A evolução da indústria automobilística, com aumento da capacidade média produtiva da frota nacional de veículos rodoviários de passageiros e de cargas, com ênfase para estes últimos;

A expansão da produção agrícola nacional, em novas e amplas fronteiras, com maior utilização efetiva da frota de caminhões;

O grande desenvolvimento econômico e urbanização acentuada, gerando crescente demanda de transportes de cargas diversificadas;

O aumento da participação do modo rodoviário no transporte integrado, em face do próprio desenvolvimento nacional e, em particular, pelo incremento das exportações.

3.2 Importância da malha rodoviária

No Brasil, o transporte rodoviário tem uma participação prevalecente na matriz de transporte de cargas e de passageiros. Segundo dados da Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (Geipot), no transporte regional de cargas, em milhões de tonelada por quilômetro útil (TKUs) sua participação é de aproximadamente 61,1%. (GEIPOT,).

Na **Tabela 1** é possível identificar a área territorial de cada região e a extensão das rodovias do Brasil e suas respectivas regiões geográficas.

Tabela 1. Área territorial e Extensão das Rodovias do Brasil e por Região Geográfica

REGIÃO	GEOMETRIA DA VIA	EXTENSÃO DAS RODOVIAS – KM	
		TOTAL*	PAVIMENTADAS
BRASIL	8.510.820,6	1.720.700	213.453
NORTE	3.851.991,4	148.028	22.389
NORDESTE	1.551.991,4	445.403	59.9961
SUDESTE	924.565,5	533.795	62.520
SUL	576.743,3	388.079	38.323
CENTRO-OESTE	1.606.239,0	205.395	30.260

Nota: Somatório das rodovias federais, estaduais transitórias, estaduais, municipais pavimentadas, não pavimentadas e planejadas.

Fonte: CNT, 2019

Analisando a **Tabela 1**, nota-se que as rodovias das regiões Sudeste, Nordeste e Sul apresentam os maiores percentuais de quilômetros pavimentados em relação ao total de quilômetros de rodovias. Essa realidade se consolida devido a íntima relação das rodovias com o desenvolvimento socio-econômico, que é superior das regiões litorâneas do Brasil. Porém, mesmo nas regiões predominantes, observa-se

um grande deficit de pavimentação rodoviária. E essa realidade se agrava quando analisa-se as regiões Norte e Centro-Oeste.

Na pesquisa CNT de Rodovias 2019, que investigou um total de 108.863 km de rodovias entre malha federal e as principais estaduais pavimentadas, foram abordadas as seguintes características: Estado geral da via, pavimento, sinalização e geometria da via. Essas características foram identificadas segundo um dos critérios: Ótimo, Bom, Regular, Ruim ou Péssimo.

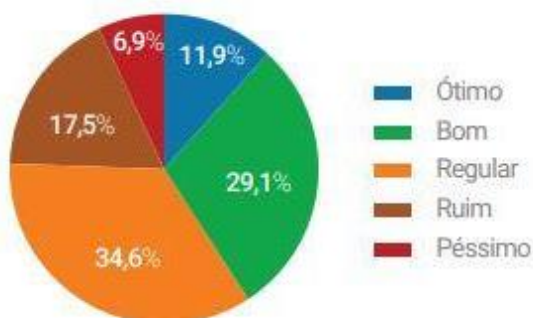
Em relação ao estado geral encontrado, a **Tabela 2** apresenta os valores numéricos encontrados pela pesquisa, enquanto a **Figura 1** apresenta os mesmos dados em um gráfico.

Tabela 2. Tabela de Classificação do Estado Geral das Vias Analisadas

ESTADO GERAL	EXTENSÃO TOTAL	
	KM	%
Ótimo	12.951	11,9
Bom	31.714	29,1
Regular	37.628	34,6
Ruim	19.039	17,5
Péssimo	7.531	6,9
TOTAL	108.863	100,0

Fonte: CNT, 2019

Gráfico 1. Classificação do Estado Geral das Vias Analisadas



Fonte: CNT, 2019

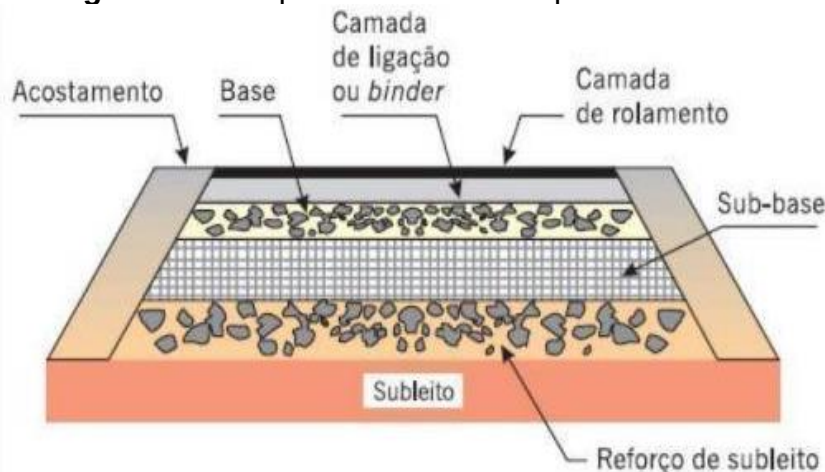
Confirma-se, dessa maneira, que as rodovias pavimentadas além de terem uma pequena participação na malha total, apresentam condições insatisfatórias em uma considerável parcela da sua extensão. Os gargalos físicos decorrentes disso, ao aumentar o Custo Brasil, prejudicam todo o sistema logístico, e dificultam a competitividade do país, no que diz respeito a sua infraestrutura. (ROCHA, 2015).

3.3 Materiais utilizados na implantação de rodovias de pavimento flexível

Esta seção trata dos materiais ligados a execução de obras rodoviárias pavimentadas, especificamente acerca dos pavimentos flexíveis. Estes são estruturas multicamadas com a finalidade de suportar esforços de uma combinação entre a ação das cargas do tráfego e os efeitos do clima, com variações de temperatura e umidade ao longo do tempo (VILLELA, 2012).

Um modelo esquemático da construção do pavimento flexível pode ser visto na **Figura 1**. Suas partes constituintes são especificadas como:

Figura 1. Exemplo de estrutura de pavimento asfáltico



Fonte: FILHO, 2018

● **Camada de rolamento:** Segundo o Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná (DER-PR), camada de rolamento ou “capa asfáltica” é a camada superior da estrutura destinada a receber diretamente a ação do tráfego. A mistura empregada deve apresentar estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego (DER-PR, 2005);

● **Camada de ligação ou binder:** Camada de ligação é a camada posicionada imediatamente abaixo da “capa”. Apresenta, em relação à mistura para camada de rolamento, diferenças de comportamento, decorrentes do emprego de agregado de maior diâmetro máximo, existência de maior porcentagem de vazios, menor consumo de Filler (Material a base de calcário utilizado para aumentar a trabalhabilidade e diminuir a capilaridade e a permeabilidade de argamassas e concretos), (quando previsto) e de ligante. (DER-PR, 2005);

● **Base:** Camada Destinada a resistir e distribuir ao subleito, os esforços oriundos do tráfego (MARQUES, 2006);

● **Sub-base:** Camada de pavimentação, complementar à base e com as mesmas funções desta, executada sobre o subleito ou reforço do subleito devidamente compactado e regularizado. (DNIT, 2010);

● **Reforço de subleito:** Camada estabilizada granulometricamente, executada sobre o subleito devidamente compactado e regularizado, utilizada quando se torna necessário reduzir espessuras elevadas da camada de sub-base, originadas pela baixa capacidade de suporte do subleito. (DNIT, 2010);

● **Subleito:** É o terreno de fundação onde será apoiado todo o pavimento. Deve ser considerado e estudado até as profundidades em que atuam significativamente as cargas impostas pelo tráfego (de 60 a 1,50 m de profundidade) (MARQUES, 2006).

● **Leito:** É a superfície obtida pela terraplanagem ou obra de arte e conformada ao greide (Perfil longitudinal de uma estrada de rodagem) e seção transversal (MARQUES, 2006).

3.4 Asfalto-Borracha

Anualmente, são geradas cerca de 35 milhões de carcaças de pneus e há mais de 100 milhões de pneus abandonados no país que, reciclados, podem ser utilizados na pavimentação das estradas (DI GIULIO, 2007). O primeiro impacto positivo no uso de borracha em misturas asfálticas está no ambiente, pois a restauração de pavimento com esse tipo de asfalto pode usar até mil pneus por quilômetro, o que reduz o depósito desse material em aterros ou fora deles, diz o pesquisador Luciano Specht, da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí) (apud DI GIULIO, 2007).

As primeiras tentativas de se utilizar borracha de pneus inservíveis em asfalto datam da década de 1950. Entretanto, o desempenho do material resultante não instigou os pesquisadores a continuarem os testes experimentais. Na década seguinte, o engenheiro de materiais Charles McDonald atravessava os Estados Unidos em um trailer para inspecionar rodovias quando utilizou uma mistura de pó de pneu com asfalto para selar trincas no teto do seu veículo. Ele observou que, com o passar do tempo, a mistura emborrachada não oxidava, ao contrário daquelas com asfalto convencional. O engenheiro, então, experimentou a mistura de pó de pneu e asfalto quente para os usuais serviços de tapa-buracos. Em 1963, começaram a ser publicados os primeiros artigos científicos apontando para as qualidades do novo material que surgia (DI GIULIO, 2007).

De forma geral, pode-se verificar que em muitos pavimentos, após um curto período, os defeitos começam a aparecer na superfície de rolamento, causando desconforto, reduzindo a segurança e aumentando os custos para os usuários. Os principais tipos de defeitos que ocorrem nos pavimentos são as trincas por fadiga e o acúmulo de deformação permanente nas trilhas de rodas. Uma das causas da ocorrência acentuada de deformação permanente nas trilhas de rodas é a baixa resistência ao cisalhamento das misturas asfálticas, que depende da susceptibilidade térmica do ligante asfáltico e do esqueleto dos agregados minerais. (FILHO, 2004).

Há várias décadas, alguns pesquisadores vêm desenvolvendo novas técnicas de modificação do asfalto, sendo a sustentabilidade um dos temas mais abordados. Atualmente, propõe-se então a incorporação de borracha reciclada de pneus

inservíveis, como aditivos, com a finalidade de melhorar as propriedades do ligante e minimizar o impacto ambiental decorrente da destinação de pneus (ROSA; SANTOS; et al, 2012).

A Borracha proporciona um aumento da flexibilidade, tornando a mistura asfáltica mais resistente ao envelhecimento e ao aparecimento de deformações (trilhas de rodas). Quando comparado ao pavimento convencional, o pavimento com asfalto-borracha apresenta maior durabilidade. Além disso, quando utilizada uma curva granulométrica adequada, reduz o nível de ruído causado pelo fluxo de veículos e auxilia na drenagem em dias de chuva. Pode-se dizer que uma pista com asfalto-borracha proporciona maior conforto, economia e segurança aos usuários, além do desempenho e da durabilidade serem superiores aos de uma pista convencional. (ODA; et al, 2005).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.2 ASFALTO-BORRACHA

Utilizando o Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) do DNIT do Estado do Rio de Janeiro, versão de Abril de 2020, foram encontrados os resultados apresentados na Tabela 2.

Vale ressaltar que o custo de manutenção é o mesmo para o asfalto convencional e o os asfalto borracha, uma vez que a manutenção se dá da mesma forma para ambas as formas de pavimentação (SANCHES et al, 2012).

Tabela 2 – Custos de Unitários de Execução e Manutenção de Pavimentos.

DESCRIÇÃO	UNIDADE	CUSTO
Execução de Pavimento em Asfalto Convencional com Preparo de Base.	m ²	R\$35,83

Execução de Pavimento em Asfalto-Borracha com Preparo de Base.	m ²	R\$40,56
Manutenção em Pavimento Asfáltico.	m ²	R\$20,62

Fonte: DNIT, 2020

Em primeira análise, observa-se que o custo de execução do Asfalto-Borracha é percentualmente 13,2% maior que o Asfalto Convencional.

Porém, o devido ao nível de desgaste na via pavimentada com Asfalto Convencional, é necessária manutenção em 70% da área pavimentada em um período de 7 anos. Em contrapartida, o nível de desgaste na via pavimentada com Asfalto-Borracha, é necessária manutenção em somente 10% da área pavimentada no mesmo período (SANCHES et al, 2012).

Portanto, os novos valores encontrados como custos de manutenção são

1) Manutenção do asfalto-borracha: $R\$ 20,62/m^2 \times 0,10 = R\$ 2,06/m^2$

2) Manutenção do asfalto convencional: $R\$ 20,62/m^2 \times 0,70 = R\$ 14,43/m^2$

Analisando os novos valores de manutenção, confirma-se a teoria de maior vida útil do pavimento de Asfalto-Borracha, visto que a manutenção necessária é menor que a manutenção necessária do Asfalto Convencional.

Após análise isolada de custos de execução e manutenção, torna-se necessária a análise do somatório de custos para comprovação de viabilidade técnico-financeiro, visto que a pavimentação é um serviço executado com objetivo de longo prazo.

1) Execução + Manutenção de Asfalto-Borracha: $R\$40,56/m^2 + R\$2,06/m^2 = R\$42,62/m^2$

2) Execução + Manutenção de Asfalto Convencional: $R\$35,83/m^2 + R\$14,43/m^2 = R\$ 50,26/m^2$

Analisando o somatório dos custos de manutenção e execução, verifica-se que o Pavimento em Asfalto Convencional tem um custo 11,79% maior que o Pavimento em Asfalto-Borracha devido ao menor custo de manutenção no período de 7 anos de utilização.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em um país como o Brasil, onde o modal rodoviário é predominante, é necessária a implantação de tecnologias que evoluam sua qualidade, visto a grande demanda necessária devido a qualidade insatisfatória dos estados gerais das rodovias brasileiras.

O Asfalto Borracha apresenta resultados qualitativos satisfatórios devido a sua maior resistência a deformações permanentes como trilhas de rodas e menor índice de fissuras, pois a borracha proporciona maior resistência ao cisalhamento, ao envelhecimento e as deformações, além de proporcionar menor nível de ruídos causados pelo fluxo de veículos e auxiliar na drenagem de águas pluviais na rodovia.

Apesar do custo inicial da pavimentação com Asfalto-Borracha ser 13,2% maior que a pavimentação com Asfalto Convencional (CAP 50/70), o período de vida útil do Asfalto-Borracha é 30% maior, o que recompensa essa diferença valor devido a menor necessidade de manutenção.

Segundo análise apresentada nesse trabalho, o custo de Execução e Manutenção de uma pavimentação utilizando Asfalto Convencional (CAP 50/70) é 11,79% mais caro que a pavimentação realizada com Asfalto-Borracha considerando período de utilização de 7 anos e esse percentual tende a crescer com o passar do tempo devido ao desgaste acelerado do Asfalto Convencional em relação ao Asfalto-Borracha.

Além da viabilidade econômica, ressalta-se a viabilidade ambiental, visto que a construção de rodovias, além dos próprios veículos que trafegam pelo território nacional causam grandes impactos ambientais. O Asfalto-Borracha utiliza grandes quantidades de Pneus descartados muitas vezes em locais inadequados na natureza, tornando uma construção mais sustentável para o meio ambiente.

Portanto, conclui-se que a implantação do pavimento utilizando Asfalto-Borracha, proporciona uma rodovia mais durável, econômica, segura e sustentável para utilização econômica e social.

.6 REFERÊNCIAS

ANTUNES, Luiz Gustavo de Souza. **Reforço de Pavimentos Rodoviários com Geossintéticos**. Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Dissertação de Mestrado em Geotecnia. Brasília, Março de 2008. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/4083>> Acesso em 07 de Julho de 2020.

BARBOSA, Guilherme Souza. **Pavimentos com Base Reforçada com Geogrelha: Análise de Desempenho**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia Civil. Trabalho de Diplomação. Porto Alegre. Julho de 2010. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26047/000755531.pdf?sequence=1>> Acesso em 22 de Junho de 2020.

BARROS, Verônica Altesf; PADILHA, Norma Sueli. **Construção Sustentável e Meio Ambiente de Trabalho**. Revista do Direito do Trabalho e Meio Ambiente do Trabalho. Vol.02, nº2, pp.58-78, Julho-Dezembro de 2016. ISSN: 2525-9857. Disponível em: <<https://indexlaw.org/index.php/revistadtmat/article/view/1233/1664>> Acesso em 01 de Maio de 2020.

CARMO, Cássio Alberto Teoro; PEREIRA, Gêssica Soares; SILVA, Taciano Oliveira. **Modelos Para o Dimensionamento de Pavimentos Reforçados com Geogrelhas**. Artigo Científico. Publicado na 45ª Reunião Anual de Pavimentação. Setembro de 2016. ID 9619. Disponível em: <https://www.huesker.it/fileadmin/Media/Scientific_Revised_Paper/PT/41_45RAPv_e_19EN_ACOR_-_Ref_Base_Pavimentos.pdf> Acesso em 25 de Junho de 2020.

Confederação Nacional de Transportes. **Pesquisa CNT de Rodovias 2019**. Dezembro de 2019. Disponível em: <<https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaversao/gerencial.pdf>> Acesso em 02 de Julho de 2020.

Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná - DER/PR. DER/PR ES-P 15/05 - **Pavimentação: Concreto Asfáltico Usinado a Quente Com Asfalto Polímero**. Especificações de Serviços Rodoviários. pp. 23, Dezembro de 2005. Disponível em: <http://www.der.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/pdf_Pavimentacao/ES-P15-05CAUQcomAsfaltoPolimero.pdf> Acesso em: 02 de Junho de 2020.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. NORMA DNIT 138/2010-ES. **Pavimentação- Reforço do subleito - Especificação de Serviço**. pp.7, Novembro de 2010. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/dnit138_2010_es.pdf> Acesso em 02 de Junho de 2020.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. NORMA DNIT 139/2010-ES. **Pavimentação - Sub-base Estabilizada Granulometricamente - Especificação de**

Serviço. pp. 8, Novembro de 2010. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/dnit139_2010_es.pdf> Acesso em 02 de Junho de 2020.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Publicação IPR-742. **Manual de Implantação Básica de Rodovia.** 3ª Edição, 2010. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/742_manual_de_implantacao_basica.pdf> Acesso em 15 de Maio de 2020.

DI GIULIO, Gabriela. **Vantagens Ambientais e Econômicas no Uso de Borracha em Asfalto.** Inovação Uniemp. v. 3, n. 3, p. 12-15, 2007. Disponível em: <http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-23942007000300008&lng=e&nrm=iso&tlng=pt> Acesso em 30 de Junho de 2020.

DIPROTEC, Produtos Técnicos Para Construção. **Geossintéticos e Ecológicos.** Disponível em: <<https://www.diprotec.com.br/produto/geogrelhas/>> Acesso em 30 de Junho de 2020.

DUKE, Marilan Pedro. **Concreto Asfáltico Drenante com Fibras de Celulose, Ligante Modificado por Polímero e Asfalto-Borracha.** Infraestrutura e Gerência Viária. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Florianópolis. Abril de 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/103024/222704.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 25 de Junho de 2020.

Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. **Estudo de Transporte Regional de Cargas.** Disponível em: <<http://geipot.gov.br/>> Acesso em 25 de Junho de 2020.

FILHO, José Moacir de Mendonça; ROCHA, Eider Gomes de Azevedo. **Estudo Comparativo entre Pavimentos Flexível e Rígido na Pavimentação Rodoviária.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 06, Vol. 02, pp. 146-163, Junho de 2018. ISSN:2448-0959. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/pavimentos-flexivel>> Acesso em 01 de Julho de 2020.

Gil, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6ª edição, Editora Atlas, 1995. Disponível em: <<https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>> Acesso em 02 de Julho de 2020.

KAKUDA, Francis Massahi; PARREIRA, Alexandre Benetti; FABBRI, Glauco Túlio Pessa. **Análise de um Pavimento Reforçado com Geossintético a Partir de Resultados de Ensaio em Equipamento de Grandes Dimensões.** Revista Transportes V.19, nº3, pp. 28-34, 2011. Disponível em: <<https://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/download/532/405>> Acesso em 07 de Julho de 2020.

LIMA, Danielle Rosa Batista. **Viabilidade Econômica do Uso de Geogrelha Aplicada na Pavimentação Rodoviária: Estudo de Caso no Município de Delmiro Gouveia - Alagoas.** Universidade Federal de Alagoas. Campusdo Sertão. Engenharia Civil. Monografia. Delmiro Gouveia. 2017. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/4782/1/iabilidade%20econ%C3%B4mica%20do%20uso%20de%20geogrelha%20aplicada%20na%20pavimenta%C3%A7%C3%A3o%20ro>>

[dovi%C3%A1ria%3a%20estudo%20de%20caso%20no%20munic%C3%ADpio%20de%20D
elmiro%20Gouveia%20%E2%80%93%20Alagoas.pdf](#)> Acesso em 22 de Junho de 2020

MARQUES, Geraldo Luciano de Oliveira. **Notas de Aula da Disciplina Pavimentação.** Universidade Federal de Juíz de Fora (UFJF). Faculdade de Engenharia, Departamento de Transportes e Geotecnia. TRN032. Versão 2006. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/pavimentacao/files/2009/03/Notas-de-Aula-Prof.-Geraldo.pdf>> Acesso em 02 de Junho de 2020.

ODA, Sandra; NASCIMENTO, Luiz Alberto Herrmann; EDEL, Guilherme. **Aplicação de Asfalto-Borracha na Bahia.** Trabalho Técnico Científico. Apresentado no 3º Congresso Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP. Outubro de 2005. Salvador, BA. Disponível em: <http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0672_05.pdf> Acesso em 29 de Junho de 2020.

REZENDE, Elcio Nacur; COELHO, Hebert Alves. **Impactos Ambientais Decorrentes da Construção de Estradas e Suas Consequências na Responsabilidade Civil.** Revista do Mestrado em Direito. Vol.09, nº2, pp. 155-180, Julho-Dezembro de 2015. ISSN:1980-8860. Disponível em: <<https://portalrevistas.ucb.br/index.php/rvmd/article/viewFile/5880/4238>> Acesso em 23 de Março de 2020.

ROCHA, Cristiane Fursel. **O Transporte de Cargas no Brasil e Sua Importância Para a Economia.** Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI). Departamento de Ciências Administrativas, Contábeis, Econômicas e da Comunicação (DACEC). Curso de Ciências Econômicas. Ijuí, 2015. Disponível em: <<https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/3003/O%20Transp%20orte%20de%20Cargas%20no%20Brasil%20e%20sua%20Import%C3%A2ncia%20para%20a%20Economia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 30 de Junho de 2020.

ROSA, Ana Paula Gonçalves; SANTOS, Roberto Aguiar dos; CRISPIM, Flavio Alessandro; RIVA, Rogério Dias Dalla. **Análise Comparativa entre Asfalto Modificado com Borracha Reciclada de Pneus e Asfalto Modificado com Polímeros.** Teoria e Prática na Engenharia Civil. nº20 pp.31-38. Novembro de 2012. Disponível em: <http://www.editoradunas.com.br/revistatpec/Art4_N20.pdf> Acesso em 30 de Junho de 2020.