

QUESTÃO AMBIENTAL: PAVIMENTO RÍGIDO OU FLEXÍVEL?

Marcelo Macedo Costa, Celina Maria Quelho Ribeiro, Gabriela Marques de Andrade Maidana

marcelo.costa@ifms.edu.br, celinaquelho@hotmail.com,
gabriela.andrade@estudante.ifms.edu.br

Instituto Federal de Mato Grosso do Sul

III Seminário de Pós-graduação do IFMS – SEMPOG IFMS 2023

Resumo. Este trabalho discute a contribuição que o pavimento de concreto e outros cimentados podem trazer à preservação do meio ambiente, dada a ausência de periculosidade ambiental desse tipo de material, sua maior durabilidade – que requererá menor número de intervenções de conservação e operações correlatas e da real perspectiva de agregar valor econômico e ambiental como um todo, mediante o aproveitamento de resíduos e subprodutos industriais ou resultantes da demolição de vias e estruturas existentes. O estudo se justifica por posicionamentos assumidos pelo DNIT, visto que não costuma mudar sua política de infraestrutura de transportes, sejam elas na implantação ou restauração das rodovias, dando preferência nos produtos à base de petróleo (nafta, emulsões, CAP).

Palavras-Chave. Pavimento, Resíduos, Meio-Ambiente

Abstract. This work discusses the contribution that concrete pavement and other cemented pavements can bring to the preservation of the environment, given the absence of environmental hazards of this type of material, its greater durability – which will require a smaller number of conservation interventions and correlated operations and the real perspective of adding economic and environmental value as a whole, through the use of residues and industrial by-products or resulting from the demolition of roads and existing structures. The study is justified by positions assumed by DNIT, since it does not usually change its transport infrastructure policy, whether in the implementation or restoration of highways, giving preference to petroleum-based products (naphtha, emulsions, CAP).

Keywords. Floor, Waste, Environment

1. INTRODUÇÃO

A consideração do equilíbrio ambiental vem adquirindo importância cada vez maior no trato das questões industriais econômicas e sociais.

Os investimentos em pavimentos, sejam eles novos ou destinados aos diferentes tipos de intervenções de conservação e reabilitação deverão atender a exigências ecológicas paulatinamente mais rigorosas, tomando as organizações envolvidas vulneráveis a sanções de várias espécies, incluindo a não liberação de empréstimos ou financiamentos internos e externos, caso não disponham de uma política de projeto, construção e manutenção definida e adequada à gestão ambiental.

Os assuntos nele tratados, a partir de considerações sobre o estado e o desempenho da malha rodoviária do Brasil, tratam de analisar a interação entre o concreto e o meio ambiente, o uso de cimentados em pavimentos a reabilitar, aspectos econômicos e sociais da estocagem de resíduos, os tipos de concreto – tradicionais ou novas tecnologias – passíveis de emprego na construção e na conservação (momento a mais profunda ou pesada) e o impacto ambiental, os resíduos e subprodutos mais adequados ao uso conjunto com o cimento.

As conclusões ressaltam as vantagens dos pavimentos constituídos dessa associação do concreto com materiais naturalmente agressivos ao meio ambiente, em face dos atuais e dos futuros rígidos requisitos de gestão ambiental, dentre os quais se destaca a proteção e a conservação de recursos naturais exauríveis.

É imprescindível que se leve em consideração, do ponto de vista ambiental, a origem e a natureza dos materiais a serem empregados em obras viárias.

2. A QUESTÃO DOS PAVIMENTOS NO BRASIL

De um total de 1,7 milhão quilômetros de estradas, o país tem 221.820 mil quilômetros pavimentados, que corresponde a 13% a parcela da rede federal sendo os outros 87% não pavimentados, se excluídos os trechos delegados e aqueles já concedidos à iniciativa privada. Os dados mostram que quase **70% das estradas do País** apresentam algum tipo de problema, oscilando entre péssimas, ruins e regulares. Apenas **34%** da malha analisada foi considerada, no mapeamento atual, ótima ou boa (CNT).

E o custo dessa histórica e permanente degradação é alto para o País: **R\$ 94,93 bilhões**. Essa seria a quantia necessária para recuperar o estrago. Ou seja, para promover ações emergenciais, de restauração e de reconstrução das estradas.

A crônica falta de recursos para a conservação das rodovias que levou a essa situação repete-se nos Estados da Federação e em seus municípios, produzindo absurdos aumentos dos custos de operação do número de acidentes e consequentes perdas humanas e materiais, de tempo de percurso e de congestionamento, transformando-se em uma sangria sem fins das, já restritas verbas orçamentárias (SFV).

Uma das formas de resolver parcialmente a questão é o processo de concessão de rodovias, que retira da administração pública o ônus da conservação, da melhoria e da ampliação a rede. Infelizmente, não se trata de prática adequada a toda ela, dado que o investimento privado requer condições de tráfego rentáveis, o que não se aplica à imensa maioria da malha rodoviária brasileira, estimando-se em 11,3 mil quilômetros a extensão de estradas federais a serem concedidas, número ao qual deverá agregar-se certamente o de algumas estradas estaduais.

Cada vez mais a contenção orçamentária marca presença nesse campo, exigindo que os projetos não mais se atenham apenas a um dito “baixo custo”, quase sempre tradução de soluções de baixa qualidade, sem que atende para aspectos técnicos, econômicos, estratégicos e ambientais, de modo que as respostas sejam competitivas tecnologicamente, de custo anual e final atraente e, inclusive, ajudem a manejar a grave questão da exaustão dos recursos naturais.

Quanto à gestão ambiental, uma das prioridades é a redução de resíduos ou rejeitos na fonte. No caso específico do concreto, esse fato se aplica a duas situações muito claras.

Na construção civil, o uso de concretos de alto desempenho em edifícios ou outras sujeitas a meios agressivos é a mais adequada, tendo em vista a maior durabilidade conferida à construção e, por isso, a geração de menos rejeitos ao longo do tempo.

Na área de pavimentação, o uso de pavimento rígido em detrimento do flexível insere-se ainda mais na premissa básica da gestão ambiental. O pavimento rígido tem vida útil substancialmente maior e demanda menor número de intervenções para reparos que o flexível.

Poder-se-ia questionar as razões que levam ao emprego prioritário do pavimento flexível. A resposta seria a cultura fortemente impregnada nas construtoras e órgãos

públicos para uso das misturas betuminosa, a premissa de seu menor custo inicial e o imediatismo, levando o meio a rejeitar alternativas de soluções para prazos mais longos.

3. OBJETIVO GERAL

O objetivo é apresentar o concreto como uma alternativa viável de pavimentação e superior ao asfalto, que é amplamente usado nas cidades brasileiras, mas muito impactado pelos custos do petróleo, já que leva derivados do mesmo em sua composição e sofre influência da política de preços que regula o produto, além de ter manutenção cara.

4. METODOLOGIA

O presente projeto de pesquisa será desenvolvido através de uma revisão bibliográfica baseada na literatura especializada por meio de consulta a livros, documentos publicados por instituições ligadas ao setor de transporte e artigos científicos selecionados a partir de buscas. A pesquisa será realizada entre os meses de fevereiro a agosto do ano de 2023. A qualidade dos textos pesquisados será avaliada através da pertinência dos conteúdos em relação aos assuntos abordados neste trabalho.

5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1 USO DO CONCRETO NA PAVIMENTAÇÃO

5.1.1 Considerações gerais

A questão ambiental vem adquirindo importância crescente em decorrência de inúmeros fatores, podendo-se citar a escassez ou necessidade da preservação de recursos naturais não renováveis, os custos elevados de transporte ou movimentação de materiais, a depreciação imobiliária de grandes áreas, a crescente geração de resíduos e a dificuldade técnica e econômica de tratamento ou disposição destes, concomitantemente à demanda crescente de produtos industrializados, à carência habitacional e de vias públicas.

Alguns desses fatores afetam diretamente países industrializados e, em particular, os de menor área, enquanto outros atingem os países em desenvolvimento.

Estima-se que sejam gerados hoje todo o mundo **1,4 bilhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) por ano**, uma média de 1,2 kg gerados por pessoa por dia. Existem em torno de 198 países nos 5 continentes, mas quase a metade de todo o

resíduo é gerado por apenas 30 países (15%) e, coincidentemente, são os locais mais ricos. (MEU RESÍDUO, 2022). É fundamental encontrar alternativas que possibilitam a utilização desses materiais, minimizando o impacto ambiental.

Tendo em vista a premência de eliminação desse resíduos sólidos, todas as alternativas existentes devem ser consideradas, muito embora, em face do expressivo volume gerado, algumas opções sejam preferenciais, dependendo da natureza do material, podendo-se citar: redução na fonte, a incineração, os aterros, o coprocessamento em fornos de cimento, a adição ativa no cimento, o uso como aglomerante hidráulico, os tratamentos específicos de recuperação, a estabilização com cimento e cal e o uso no concreto.

Do ponto de vista de gestão ambiental a redução na fonte constitui o fator determinante e prioritário dentre as opções mencionadas, tendo o concreto uma forte contribuição nesse sentido.

5.1.2 Aspectos Econômicos

A estocagem de resíduos representa um ônus significativo para a empresa, além da vulnerabilidade quanto a possíveis sanções pelos órgãos ambientais.

Do ponto de vista social, tanto a manutenção de resíduos nas fábricas como a atividade extrativa podem causar danos diretos ou indiretos à saúde dos trabalhadores e moradores vizinhos, acarretando maior demanda de atendimento médico e substancial perda de hora de trabalho.

Fatores adicionais a serem considerados são os custos de transporte e a possibilidade de ocorrência de acidentes ambientais nessa fase.

A variedade de tipos de concreto e similares é bastante ampla, de modo a atender aos mais diferentes requisitos e solicitações. Especificamente para pavimentos, dispõe-se de tecnologia para obtenção de solo-cimento, agregados tratados com cimento, concreto rolado e, principalmente, o mais usado e de domínio geral, o concreto tradicional. Mais recentemente, tem-se verificado no Brasil, o crescimento do uso de concreto de alto desempenho (CAD), material que, em princípio, demanda maior conhecimento tecnológico e apresenta custo absoluto maior que o concreto comum, mas que brevemente deverá ter larga aplicação nos setores de edificação, pavimentação e obras sujeitas a meios agressivos.

O CAD apresenta vantagens tecnológicas e econômicas em relação ao concreto comum. Enquanto este exibe resistências mecânicas à compressão médias em torno de 20

Mpa a 28 dias, com o CAD esses valores podem ser superados já a 1 dia, acompanhados de aumento da resistência à tração na flexão e melhoria de outras características, incrementando-lhe a durabilidade.

Na pavimentação, o CAD possibilita a execução de **whitotopping** mais delgados, obras de arte mais duráveis, vida útil muito superior, com muito menos intervenções para reparos, rapidez de execução e maior probabilidade de agregar valor à obra com o uso de resíduos ou subprodutos. Pode ser usado de maneira combinada com alternativas da pavimentação, empregando-se em áreas mais críticas de solicitações.

Whitotopping é um pavimento de concreto de cimento Portland superposto a um pavimento flexível existente, tendo este último a função de sub-base. Como nos pavimentos de concreto simples usuais, as tensões solicitantes são combatidas tão somente pelo próprio concreto, não havendo nenhum tipo de armadura distribuída. Não se considera como armadura, nesse caso, eventuais sistemas de ligação ou de transmissão de carga entre as placas limitadas pelas juntas longitudinais e transversais; e as armaduras destinadas a combater a fissuração por retração (DNIT, 2004).

Outro aspecto econômico importante é a obtenção de financiamentos de projetos com capital de organismos internacionais em que a questão ambiental será um dos requisitos de maior relevância já a curto prazo. Os financiamentos internos deverão também contemplar os aspectos ecológicos, embora o ritmo mais lento. Deve-se ressaltar que as questões ambientais não deverão abordar somente impactos na fauna e na flora, mas também a seleção de materiais, técnicas construtivas, economia de petróleo, preservação de matérias primas naturais, possibilidade de reciclagem e de eventual uso de subprodutos ou resíduos.

O pavimento rígido apresenta outras vantagens a considerar, algumas qualificáveis e outras de difícil mensuração. A seguir serão apresentados alguns parâmetros a serem analisados e que substancialmente melhorados com o uso do pavimento de concreto:

- No ano passado, a extensão de trechos esburacados era de 148 quilômetros. Houve, portanto, um aumento de aproximadamente 110%. Em todo o país, a quantidade de estradas esburacadas aumentou, em média, 53% nesse mesmo período. (Estradas.com.br)
- Considerando a necessidade de intervenções mais urgentes nas rodovias, estima-se que a reconstrução e restauração dessas vias demandaria um

investimento total de R\$ 62,9 bilhões, a preços de outubro de 2021. Já para a manutenção dos trechos classificados como desgastados, o custo estimado é de R\$ 19,6 bilhões.

- Segundo o Painel CNT de Consultas Dinâmicas de Acidentes Rodoviários, no ano passado (2020), foram registrados 63.447 acidentes em estradas federais, número 5,9% inferior às 67.427 ocorrências registradas em 2019 e que mantém a tendência de queda iniciada em 2014 (169.194). (Agência Brasil, 2020).

- Segundo Guimarães Neto (2011) os pavimentos flexíveis oferecem maior resistência ao rolamento e, particularmente para caminhões pesados, a economia de combustível quando do uso do pavimento de concreto é da ordem de 20%.

- Com o uso do **whitetopping** não é necessário interromper o tráfego, pois o recapeamento pode ser feito em faixas e a liberação da pista em menos de 24 horas (**fast-track**). (Vias concretas, 2022).

- Maior competitividade nos preços de produtos mediante redução nos custos finais de transporte rodoviário, sistema sobre o qual se assenta grande parte da economia brasileira.

- Custos dos usuários, como na espera dos congestionamentos devido a reparos nas pistas, com reflexo na rotina das pessoas, maior consumo de combustível, maior nível de emissões e maior desgaste humano com reflexos na produtividade.

- Maior emprego para a mão de obra não qualificada, fato importante no trato da questão social em nosso País.

5.1.3 Aspectos Ambientais

O desenvolvimento sustentável é indubitavelmente uma preocupação mundial, com intensidade variável nos diversos países em função de níveis industriais diferenciados, aspectos culturais, dimensão geográfica e potencial econômico. Ao mesmo tempo em que a sociedade reivindica níveis crescentes de acesso a bens materiais e que a indústria se empenha no sentido de atendê-la, aumentando sua produção, surgem maiores reclamações quanto à poluição gerada, em aparente contradição. Acresça-se a recessão mundial, o

desemprego e os crônicos débitos sociais em vários países e aparece uma visão da complexidade do equacionamento do problema.

Na avaliação do impacto ambiental causado por uma determinada atividade industrial, ou execução de programas de infraestrutura, como rodovias, muitos parâmetros devem ser considerados, podendo-se destacar, dentre outros: a influência na natureza, o consumo de energia, com ênfase nos combustíveis fósseis não renováveis, o consumo de matérias primas naturais, a geração de resíduos, alternativas de tratamento ou reaproveitamento, as emissões gasosas e particuladas, a contaminação de solos ou lençol freático, os programas de prevenção de acidentes, avaliação de riscos e o impacto socioeconômico da indústria ou empreendimento, avaliando a geração de empregos e a dependência econômica da comunidade.

Analisando os parâmetros mencionados verifica-se que o concreto é, do ponto de vista ambiental, um material extremamente favorável a este, atendendo a inúmeros requisitos, sendo designado mundialmente como **environmental friendly**, evidenciando sua compatibilidade com o meio ambiente.

Essa maior intenção decorre dos seguintes fatores principais:

- Apresenta baixo consumo energético e vida útil muito mais longa comparativamente a outros materiais mais usuais;
- Com o advento do CAD e a consequente majoração da durabilidade, propicia-se substancial redução na geração de rejeitos;
- O rejeito de concreto pode ser integralmente reaproveitado no próprio concreto sob a forma de agregado, mediante simples britagem;
- A lixiviação dos componentes do concreto não causa transtornos ao meio ambiente;
- O concreto pode ser usado para incorporar outros subprodutos ou resíduos, sendo que, neste caso, estudos de lixiviação podem ser necessários, em função das características dos materiais agregados ao produto.

Uma das áreas na qual a utilização do concreto deveria ser priorizada é a de pavimentação.

Atualmente existem inúmeras obras em execução, como o rodoanel de São Paulo. Nessa obra, é de maior relevância seu impacto na fauna e na flora locais, em decorrência do tráfego intenso que ocorre e das emissões prejudiciais. Um aspecto que não foi

considerado, todavia, são as características ambientais dos materiais a serem utilizados na pavimentação.

Com base na premissa básica de gestão ambiental, que recomenda a redução de resíduos na fonte, verifica-se que o concreto é um material altamente compatível, com isto o número de intervenções para reparos deverá ser sensivelmente menor e os rejeitos gerados a longo prazo poderão ser facilmente reaproveitados como agregado, não trazendo impacto de qualquer natureza ao meio ambiente. Há possibilidade adicional de utilização de resíduos ou subprodutos, seja com sub-base ou como agregado substituindo parte dos agregados naturais, reduzindo as atividades extrativas.

A participação da iniciativa privada no setor rodoviário é uma realidade e deverá se consolidar nos próximos anos. A demanda por novas obras ou as intensas necessidades de reparos nas já existentes tem implicações socioeconômicas que não podem ser negligenciadas.

O pavimento rígido tem implicações estratégicas para estabelecer o limite entre as empresas que se destacarão e as que estarão mais sujeitas à decadência no futuro.

Acomodar-se a uma única tecnologia significa satisfazer as necessidades momentâneas. Estar aberto as novas tecnologias e saber usá-las vantajosamente implica benefícios econômicos, aliados à melhoria de imagem e maior receptividade por parte de instituições ou órgãos financiadores.

5.1.4 Questão Ambiental: Pavimento Rígido ou Flexível

Os pavimentos flexíveis são largamente utilizados na malha urbana e rodoviária brasileira. Por razões anteriormente explicitadas, o asfalto representa a alternativa quase que exclusiva de pavimentação em termos percentuais.

Um grande esforço tem sido enviado nos últimos 30 anos no sentido de oferecer ao mercado alternativas como solo-cimento, concreto rolado e mais recentemente o **whitetopping** e o **ultra-thin whitetopping**. O **whitetopping** foi executado primeiramente em 1938 em uma base aérea de Nebraska/Estados Unidos e usualmente apresenta durabilidade em torno de 40 anos ou mais. (FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 1998)

A conjuntura atual modificou-se substancialmente quanto ao panorama social, econômico e ambiental. Acirrou-se a disputa por novos mercados entre setores diferentes, sendo a escassez monetária um fato mundial, ou seja, a carência de recursos tornou-se mais

democrática e globalizada. A preocupação com o meio ambiente vem ocupando cada vez mais espaço nos meios de comunicação. O desenvolvimento sustentável deixou de ser uma utopia, descendo seu voo em direção à realidade. Estudos mais recentes evidenciam que em vários países a população mostra-se altamente propensa a pagar mais caro por produtos **ecologicamente mais limpos**.

Desemprego, recessão e saúde, aliados aos fatores econômicos deverão ter um peso substancial nas questões ambientais. **Pragmatismo, visão e sensibilidade** serão as palavras do futuro.

Nesse momento, coloca-se a questão: pavimentos rígidos e flexíveis podem conviver harmonicamente?

Pragmaticamente, a resposta é afirmativa. As relações de produção e o próprio tamanho do mercado o indicam, já que não pode desprezar a infraestrutura existente de pavimentação asfáltica.

Do ponto de vista estritamente ecológico, o concreto apresenta no entanto inúmeras vantagens:

- Tem durabilidade substancialmente maior, de 3 a 6 vezes superior ao pavimento flexível, portanto, a geração de rejeitos é sensivelmente menor (Mapa da Obra, 2023);
- A manutenção de um bom pavimento asfáltico começará em torno do 5º ano de vida útil, enquanto o concreto suporta um período de até 20 anos sem necessitar manutenção;
- Maior resistência à deformação ou degradação devido a derramamento de óleo ou combustível;
- O consumo equivalente de petróleo, combustível fóssil exaurível, é aproximadamente seis vezes maior no pavimento flexível do que no rígido. A técnica de construção rodoviária à base de ligantes hidráulicos consome em torno de 3-4 vezes menos energia. (FILHO, José Moacir de Mendonça; ROCHA, Eider Gomes de Azevedo, 2018);
- Menor consumo de combustível e incidência mais baixa de emissões poluentes de veículos, em decorrência de menor frequência de congestionamento para reparos das pistas. A emissão de monóxido de carbono e hidrocarbonetos (além de nitrogênio e aldeídos) aumenta em aproximadamente 20 – 30% durante o congestionamento;

- Economia de 30% de energia elétrica na iluminação em virtude da cor mais clara dos pavimentos em concreto;
- Os rejeitos gerados são facilmente reutilizáveis no próprio concreto mediante simples britagem e peneiramento. Não apresentam periculosidade quanto à lixiviação e consequente contaminação do solo ou lençol freático;
- O concreto de alto desempenho, com reduzidíssima permeabilidade, é material com maior capacidade de encapsulamento de resíduos mais perigosos, agregando valor econômico, social e de imagem à obra;
- Significativa possibilidade de substituição parcial de agregados naturais por resíduos diversos, estendendo-se a vida útil de pedra e reduzindo custos com transporte;
- O pavimento rígido permite também reduzir a espessura das fundações e, conseqüentemente, a quantidade de agregados naturais a serem extraídos. É uma solução ecologicamente mais adequada, pois o processo de produção do concreto é menos poluente que o da fabricação de uma mistura asfáltica, além de este poder causar maiores problemas de insalubridade aos trabalhadores (Mapa da Obra, 2023);

Há casos nos quais se poderá utilizar o processo de reciclagem a frio de revestimentos flexíveis (A Lafaete, 2023) (e até de camadas mais profundas) com cimento Portland e emulsão betuminosa, eliminando o tratamento e a disposição de um material que, forçosamente, seria transformado em um rejeito poluidor.

5.1.5 Resíduos Potenciais para uso em Pavimentação

A extração mineral ganha oposição cada vez maior da opinião pública em decorrência de seus aspectos negativos.

Existem um âmbito bastante ampla de resíduos industriais passíveis de serem utilizados, muito mais considerados perigosos por conterem metais. Por outro lado, mais importante que os teores de metais presentes em um resíduo, é o nível de lixiviação dos mesmos e a possibilidade de contaminação do meio ambiente.

Deve-se frisar a expressiva contribuição que o concreto pode oferecer para limitar o nível de lixiviação em função dos fatores a seguir apresentados:

- Influência do PH;
- Influência da permeabilidade;

- Incorporação nas fases hidratadas do cimento.

Com base na literatura, podem-se mencionar como resíduos potencialmente utilizáveis: as escórias granulares de chumbo, zinco, cobre, níquel, magnésio e fósforo, a escória proveniente da queima de resíduos domiciliares, os resíduos sólidos provenientes da incineração de rejeitos municipais, as cinzas do incinerador, as cinzas de fundo de termelétricas, as escórias de aciaria, o fostogesso, as areias industriais e os rejeitos da mineração.

Outro material promissor quanto à utilização em pavimentação – e com forte apelo econômico e ecológico – são as areias fluviais contaminadas, como as dos rios Tietê e Pinheiros, em São Paulo.

6. CONCLUSÃO

A pavimentação do sistema viário brasileiro é de suma importância, tendo em vista a nossa grande dependência econômica e social do transporte rodoviário, e, paradoxalmente, o mau estado de grande parte de nossas rodovias e vias urbanas, a necessidade de novas obras, aliados à escassez de recursos financeiros.

O governo tem buscado atenuar o problema mediante o processo de concessões à iniciativa privada ou buscando financiamentos no exterior, ficando subordinado, nessa segunda opção, a exigências ambientais por parte dos órgãos financiadores.

A questão do meio ambiente em nossos empreendimentos, como por exemplo o rodoanel de São Paulo, contempla o impacto ambiental na natureza, porém omite, com frequência, as alternativas quanto à concepção do projeto e aos materiais que serão utilizados e que são, no entanto, de grande relevância.

O pavimento rígido consome menos energia e agregados naturais comparativamente a um pavimento flexível, propiciando menor consumo de combustíveis fósseis não renováveis e de matérias-primas naturais.

Outra vantagem ecológica do pavimento de concreto é a de que, além de ser inteiramente reciclável, pode incorporar em sua estrutura outros resíduos industriais e de mineração, aliviando o passivo ambiental.

Nesse sentido, fica evidente a versatilidade do pavimento rígido. A gama de opções existentes permite adequá-lo às diferentes solicitações de tráfego, à disponibilidade de materiais naturais e de resíduos, a requisitos econômicos e regionais.

O espectro de opções abrange o pavimento de concreto, concreto rolado, **whitetopping e ultra-thin whitetopping**, o sistema **fast-track**, a reciclagem de pavimento flexível com cimento e o próprio solo-cimento.

Assim sendo, deve-se ponderar na análise relativa à reabilitação ou execução de novos pavimentos, além da durabilidade e dos fatores econômicos, a expressiva contribuição ambiental intrínseca ao concreto e a possibilidade de agregar um valor ecológico ainda maior com o uso de resíduos no próprio concreto.

É imprescindível que se coteje, do ponto de vista ambiental, a natureza dos materiais a serem utilizados nas futuras obras viárias, sejam de manutenção ou de construção de novos pavimentos.

7. REFERÊNCIAS

A Lafaete – Lafaete.com. br, Disponível em: <

<https://www.lafaetelocacao.com.br/artigos/pavimento-flexivel-rigido/>>

Acesso em 02 de janeiro de 2023.

Agência Brasil – Agenciabrasil.ect.com.br, Disponível em:

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-02/numero-de-acidentes-em-rodovias-federais-cai-mas-letalidade-aumenta>. Acesso em 31/12/2022

CNT - Confederação Nacional dos Transportes. Revista CNT. Brasília, 2022, Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/somente-12-da-malha-rodoviaria-brasileira-pavimentada>. Acesso em 29/12/2022

_____ Disponível em: <https://cnt.org.br/agencia-cnt/situacao-rodovias-brasileiras-afeta-desenvolvimento-socioeconomico>. Acesso em 31/12/2022.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 068/2004 – Pavimento Rígido – **Execução de camada superposta de concreto do tipo whitetopping por meio mecânico** – Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2004, 17p.

_____. **Pavimento Rígido – Pavimento de concreto de cimento Portland.**
DNIT 059, 2004.

Estradas. com. Br – Disponível em: <https://estradas.com.br/estradas-estao-maisesburacadas/#:~:text=No%20ano%20passado%2C%20a%20extens%C3%A3o,%2C%2053%25%20nesse%20mesmo%20per%C3%ADodo.>

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

GUIMARÃES NETO, Guilherme Loreto. **Estudo Comparativo entre a Pavimentação Flexível e Rígida.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade da Amazônia, Belém, 2011. Disponível em: <<http://livrozilla.com/doc/794724/estudo-comparativo-entre-a-pavimentacao-flexivel>>. Acesso em 19 de janeiro de 2023.

MAPA DA OBRA, Disponível em:
<<https://www.mapadaobra.com.br/capacidade/pavimento-rigido-flexivel/#:~:text=De%20acordo%20com%20a%20docente,%C3%ADndice%20de%20reflex%C3%A3o%20de%20luz>>. Acesso em 02 de janeiro de 2023.

_____. Disponível em:
<<https://www.mapadaobra.com.br/capacidade/pavimento-rigido-flexivel/>> Acesso em 02 de janeiro de 2023

MEU RESÍDUO – Disponível em: <https://meuresiduo.com/geral/visao-geral-dos-residuos-solidos-no-nosso-planeta/#:~:text=Em%20todo%20o%20mundo%20s%C3%A3o,s%C3%A3o%20os%20locais%20mais%20ricos.> Acesso em 31/12/2022

SFV - SISTEMA FEDERAL DE VIAÇÃO (SFV), Disponível em:
<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transporte-terrestre-antigo/rodovias->

[federais/rodovias-federais-informacoes-gerais-sistema-federal-de-viacao](#). Acesso em [29/12/2022](#)

U.S.Department of transportation – FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION,
Disponível em: <https://highways.dot.gov/public-roads/septoct-1998/ultra-thin-whitetopping>. Acesso em 01/01/2023

VIAS CONCRETAS – viasconcretas.com.br, Disponível em: <https://viasconcretas.com.br/tecnologia/whitetopping/> Disponível em 30 de dezembro de 2022