



PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA E O MERCADO DE CARBONO¹

Rafael Enriconi Bronzatto², Willian Antunes Vieira³, Daiana Frank Bruxel Bohrer⁴

¹ Trabalho de pesquisa desenvolvido durante a disciplina de Rodovias II

² Estudante do curso de Engenharia Civil

³ Estudante do curso de Engenharia Civil

⁴ Professora do curso de Engenharia Civil - UNIJUI

INTRODUÇÃO

A pavimentação asfáltica é um componente crucial da infraestrutura de transporte, proporcionando superfícies de rodagem duráveis e seguras. No entanto, o processo de produção, construção e manutenção dos pavimentos asfálticos é uma fonte considerável de emissões de CO₂, contribuindo para as mudanças climáticas globais. Essa discussão está alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, especialmente o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura) e o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima).

Este artigo investiga a relação entre a pavimentação asfáltica e o mercado de carbono, explorando estratégias para reduzir as emissões de CO₂ e promover práticas sustentáveis na indústria de pavimentação. Abordando métodos de pavimentação sustentáveis, a potencial integração de créditos de carbono e as implicações econômicas e ambientais dessas práticas. Os resultados indicam que a adoção de tecnologias inovadoras na pavimentação asfáltica pode contribuir significativamente para mitigar as mudanças climáticas, promovendo um mercado de carbono mais eficiente.

METODOLOGIA

Conforme [Cauchick et al, 2012], são as seguintes as possíveis classificações de métodos de pesquisa, quanto aos procedimentos aplicados:

- Levantamento Survey: utilização de elementos de coleta de dados único (usualmente questionário), sua aplicação está mais ligada a amostras de grande tamanho, uso de análise e inferência estatística.
- Estudo de caso: análise mais aprofundada de um ou mais objetos(casos), com múltiplos elementos de coleta de dados e, interação entre objeto de pesquisa e seu pesquisador.
- Estudo de campo: utiliza-se de métodos principalmente de abordagem qualitativa, sem estruturação formal do método de pesquisa.



- Experimento: em um sistema com condições controladas pelo pesquisador, envolve a relação causal entre as variáveis deste sistema.
- Teórico/Conceitual: discussões conceituais a partir de literatura, revisões bibliográficas e modelagem conceitual.

Partindo destas considerações, este presente trabalho se classifica como pesquisa bibliográfica, utilizando-se de dados já existentes, isto é, baseado em artigos científicos e livros já publicados. Segundo [Gil, 2010], a pesquisa bibliográfica é criada partindo-se do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas seja em meios escritos e/ou eletrônicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pavimentação asfáltica tem um impacto significativo no mercado de carbono, devido às emissões de CO₂ geradas pelas atividades de construção, manutenção e uso das estradas. Entre essas atividades, o uso diário das rodovias por veículos movidos a combustíveis fósseis é a maior fonte de emissões de CO₂, representando cerca de 60-70% das emissões totais. A Agência Internacional de Energia (IEA) estima que o transporte rodoviário seja responsável por aproximadamente 24% das emissões globais de CO₂ relacionadas à energia.

Os processos tradicionais de pavimentação asfáltica contribuem significativamente para as emissões de carbono, particularmente através da liberação de poluentes atmosféricos perigosos, como os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos. Estes são substâncias mutagênicas e cancerígenas emitidas durante a pavimentação asfáltica. Um estudo que analisou as emissões de uma usina de mistura asfáltica em uma área residencial suburbana revelou concentrações variando de 0,51 a 60,73 mg/m³, com as emissões primárias identificadas como o principal contribuinte para a poluição no ambiente residencial circundante (Song et al., 2020). O estudo também enfatiza a necessidade de avaliar os perigos representados pelas usinas de mistura asfáltica, que emitem níveis mais altos de HPAs em comparação com a pavimentação de estradas.

• CAP Pro AP

Para mitigar essas emissões, a Petrobras recebeu autorização da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) para comercializar o CAP Pro AP, um novo



tipo de asfalto sustentável. O CAP Pro AP, que significa Cimento Asfáltico de Petróleo de Alta Penetração, é ideal para pavimentação, principalmente quando se utiliza material reciclado. Este asfalto pode incorporar até 25% de conteúdo reciclado, alinhando-se ao conceito de economia circular, e pode até suportar teores maiores de material reciclado dependendo das condições do projeto do pavimento.

· **Asfalto Borracha**

A incorporação da borracha reciclada no asfalto proporciona benefícios significativos. Primeiramente, o asfalto de borracha é mais durável do que o asfalto convencional, devido à sua maior resistência à fadiga e deformações permanentes. Isso resulta em menos fissuras e trincas, prolongando a vida útil das vias. Além disso, esse tipo de asfalto melhora a aderência, o que contribui para uma condução mais segura, especialmente em condições molhadas. Outra vantagem é a sua capacidade de absorver impactos e reduzir ruídos, promovendo um ambiente urbano mais silencioso e confortável.

· **Asfalto a Frio**

O asfalto a frio e os pavimentos permeáveis oferecem vantagens ambientais significativas. O asfalto a frio requer menos energia para aplicação, resultando em menores emissões de carbono durante a instalação. Por outro lado, pavimentos e blocos de concreto permeáveis permitem a infiltração de água, reduzindo o escoamento superficial e ajudando na recarga dos lençóis freáticos, o que também contribui para a prevenção de enchentes.

Metodologias de pavimentação mais verdes, como a pavimentação permeável e áreas de biorretenção, podem reduzir as emissões de CO₂ e mitigar as mudanças climáticas. Um projeto em Legazpi, Espanha, demonstrou que essas soluções podem sequestrar 434,89 kg de CO₂ por ano (Senosian et al., 2021). Embora a transição para práticas mais sustentáveis na indústria de pavimentação asfáltica apresente desafios, ela melhora a gestão de águas pluviais, reduz os efeitos das ilhas de calor urbanas e melhora a qualidade do ar e da água. Incentivos financeiros e créditos de carbono podem estimular a adoção dessas tecnologias e promover um desenvolvimento urbano mais sustentável (Ochoa et al., 2012).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os métodos tradicionais de produção de asfalto ainda sejam predominantes por sua eficácia, a adoção de tecnologias mais ecológicas é essencial para reduzir impactos ambientais. Pesquisas, como a de Song et al. (2020), mostram a importância de minimizar as emissões das usinas de mistura asfáltica. O asfalto borracha, apesar do custo inicial mais alto, é economicamente vantajoso a longo prazo devido à sua durabilidade e menor custo de manutenção. Usando materiais reciclados, ele promove sustentabilidade e oferece uma solução duradoura para a pavimentação urbana. Portanto, a implementação de práticas mais sustentáveis é fundamental para um desenvolvimento urbano mais responsável e eficiente.

Palavras-chave: Pavimentação. Sustentabilidade. Crédito de Carbono.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gil, Antônio Carlos, 1946. Como elaborar projetos de pesquisa/Antônio Carlos Gil. - 5. ed. - São Paulo: Atlas, 2010

Cauchick-Miguel, Paulo Augusto et al. Metodologia de pesquisa em engenharia e gestão de operações. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

OCHOA, Luis F.; MANCARILLA, P. Low-carbon LV networks: Challenges for planning and operation. In: *2012 IEEE Power and Energy Society General Meeting*. 2012. p. 1-2. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/PESGM.2012.6344760>.

SONG, Myoungki; LEE, Kwonho; OH, Sea-Ho; BAE, M. Impact of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) from an Asphalt Mix Plant in a Suburban Residential Area. *Applied Sciences*, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app10134632>.

SENOSIAIN, J.; BELAUSTEGUIGOITIA, J.; ROEHR, D. Greening the grey: Implementing green urban solutions, as adaptation response to climate change, in a pilot project in Legazpi, Basque Country, Spain. In: *The Sustainable City XV*. 2021.