

APLICAÇÕES DOS SUBTIPOS CONVENCIONAIS DE MATERIAIS ASFÁLTICOS EM PAVIMENTAÇÃO RODOVIÁRIA: UMA REVISÃO DA LITERATURA TÉCNICA

APPLICATIONS OF CONVENTIONAL SUBTYPES OF ASPHALT MATERIALS IN ROAD PAVING: A REVIEW OF THE TECHNICAL LITERATURE

HOLANDA, Ricardo Santos¹
 FERREIRA, Kalebe Kelvy Freire²
 LOPES, Radian Krause³
 JESUS, Aedjota Matos de⁴

Resumo: A pavimentação rodoviária, responsável por 95% das estradas pavimentadas no Brasil, apresenta desafios relacionados à durabilidade e desempenho, muitas vezes comprometidos pela escolha inadequada de ligantes asfálticos, falhas construtivas e manutenção deficiente. Este estudo teve como objetivo analisar as aplicações práticas dos subtipos convencionais de ligantes – Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP), Asfalto Diluído de Petróleo (ADP) e Emulsão Asfáltica de Petróleo (EAP) a partir de pesquisa documental de caráter exploratório e abordagem qualitativa, baseada em normas do DNIT, ABNT, DERs estaduais, fichas técnicas de fabricantes e publicações científicas. Os resultados mostraram que o CAP se mostra mais adequado a rodovias de alto tráfego, com variações que permitem maior resistência em climas quentes (CAP 30-50), equilíbrio em condições intermediárias (CAP 50-70) e maior flexibilidade em regiões frias (CAP 85-100). O ADP, obtido pela diluição do CAP, mostrou aplicabilidade em imprimações e tratamentos superficiais, sendo útil em obras de manutenção emergencial devido à facilidade de aplicação a frio, embora limitado pela baixa durabilidade. Já as emulsões asfálticas, aplicadas a frio, se destacam pela segurança operacional, menor impacto ambiental e adequação em serviços de ligação entre camadas e manutenção. Dessa forma, se conclui que não existe um ligante superior, mas sim o mais apropriado a cada contexto de projeto, sendo a correta especificação técnica importante para prolongar a vida útil dos pavimentos, reduzir custos de manutenção e garantir maior eficiência à infraestrutura viária

Palavras-chave: Pavimentação asfáltica; cimento asfáltico de petróleo; emulsão asfáltica; asfalto diluído; desempenho de ligantes.

Abstract: Road paving, which accounts for 95% of all paved roads in Brazil, presents challenges related to durability and performance, often compromised by the inappropriate selection of asphalt binders, construction flaws, and deficient maintenance. This study aimed to analyze the practical applications of conventional binder subtypes—Petroleum Asphalt Cement (CAP), Diluted Petroleum Asphalt (ADP), and Petroleum Asphalt Emulsion (EAP)—based on exploratory documentary research and a qualitative approach, based on DNIT, ABNT, state DER standards, manufacturers' technical data sheets, and scientific publications. The results showed that PAC is best suited for high-traffic highways, with variations that allow for greater resistance in hot climates (CAP 30-50), balance in intermediate conditions (CAP 50-70), and greater flexibility in cold regions (CAP 85-100). ADP, obtained by diluting CAP, has shown applicability in primers and surface treatments, being useful in emergency maintenance projects due to its ease of cold application, although limited by its low durability. Cold-applied asphalt emulsions, on the other hand, stand out for their operational safety, lower environmental impact, and

¹ Graduando em Engenharia Civil - Universidade Federal de Rondônia (UNIR) – rs1949517@gmail.com

² Graduando em Engenharia Civil - Universidade Federal de Rondônia (UNIR) – kalebekelvyfreire@gmail.com

³ Doutorado em Engenharia Civil pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) – Docente da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) - raduan.krauser@unir.br

⁴ Doutorado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (UFPA) – Docente da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) - aedjota.jesus@unir.br

suitability for interlayer bonding and maintenance services. Therefore, it can be concluded that there is no superior binder, but rather the most appropriate one for each project context. Proper technical specifications are crucial to extend pavement life, reduce maintenance costs, and ensure greater efficiency for road infrastructure.

Keywords: Asphalt paving; petroleum asphalt cement; asphalt emulsion; diluted asphalt, binder performance.

1. INTRODUÇÃO

O sistema rodoviário é um dos principais pilares da infraestrutura de transporte no Brasil, visto que é responsável pela movimentação da maior parte de cargas e passageiros. A qualidade das rodovias exerce influência direta na economia, na integração territorial e na segurança dos usuários. Nesse contexto, o pavimento representa um componente relevante para garantir durabilidade e conforto ao tráfego, cuja estrutura composta por diferentes que distribuem os esforços gerados pela passagem dos veículos (BRASIL, 2006).

Entre essas camadas, o revestimento asfáltico é a mais superficial e possui função de resistir ao desgaste imposto pelo tráfego, proteger as camadas inferiores contra a ação da água e oferecer boas condições de rolamento. Para esse fim, são empregados ligantes asfálticos derivados do petróleo, que atuam como aglutinantes entre os agregados e confere coesão, flexibilidade e impermeabilidade à mistura (ANP, 2022).

Dentre os ligantes convencionais mais utilizados na pavimentação brasileira, destacam-se três categorias principais: o Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP), os Asfaltos Diluídos de Petróleo (ADP) e as Emulsões Asfálticas de Petróleo (EAP). O CAP é um ligante asfáltico obtido da destilação do petróleo, sólido ou semissólido em temperatura ambiente, que precisa ser aquecido para ser manipulado. É classificado conforme seu grau de penetração, que indica a rigidez do material, que apresentam diferentes aplicações de acordo com as condições climáticas e o volume de tráfego (NOGUEIRA, 2008; SOUZA, 2024).

Já o ADP é produzido pela diluição do CAP em solventes leves, como a nafta ou o querosene, o que reduz sua viscosidade e permite aplicação a frio. Dependendo da velocidade de evaporação do solvente, pode ser classificado como cura rápida (CR) ou cura média (CM). (ALMEIDA, 2017; FERREIRA et al., 2018). Por sua vez, a EAP é formada pela dispersão de asfalto em água, estabilizada por agentes emulsificantes. Por permitir aplicação em temperatura ambiente, é considerada uma alternativa mais segura e sustentável em comparação ao CAP e ao ADP, além de demandar menor consumo energético. Suas classificações se dão conforme a velocidade de ruptura e a carga elétrica predominante (GUIMARÃES, 2013; FLECK, 2019).

Apesar da disponibilidade de diferentes ligantes, o problema central da pavimentação asfáltica no Brasil reside na escolha inadequada do material para determinadas condições de tráfego e clima. Decisões técnicas equivocadas podem comprometer a durabilidade do pavimento, o que implica em elevados custos de manutenção e prejuízos socioeconômicos (NOGUEIRA, 2008; BRASIL, 2013).

A justificativa para este estudo encontra-se, portanto, na necessidade de sistematizar e comparar as aplicações dos ligantes asfálticos convencionais e, consequentemente, contribuir na orientação de técnicos e gestores na tomada de decisão sobre o material adequado em cada contexto. Normas como as do DNIT e resoluções da ANP reforçam a importância da correta especificação, para garantir o desempenho estrutural e funcional do pavimento, bem como a eficiência dos investimentos em infraestrutura viária (ANP, 2022; BRASIL, 2014).

Diante desse panorama, o presente artigo tem como objetivo geral analisar as aplicações práticas dos diferentes subtipos de materiais asfálticos convencionais na pavimentação rodoviária brasileira, com base na literatura técnica e científica disponível.

2. METODOLOGIA

2.1 Tipo e abordagem da pesquisa

Esta pesquisa apresenta natureza exploratória e abordagem qualitativa. Caracteriza-se como exploratória, pois o tema aplicações práticas dos subtipos de materiais asfálticos convencionais envolve informações dispersas e pouco sistematizadas na literatura científica e técnica disponível. A pesquisa exploratória é adequada quando se busca ampliar o conhecimento sobre um tema ainda não consolidado ou profundamente estudado (LÖSCH; RAMBO; FERREIRA, 2023).

A abordagem qualitativa se justifica pelo interesse em compreender e interpretar documentos normativos, técnicos e científicos relacionados ao uso desses materiais, considerando seus contextos de aplicação, critérios técnicos e condições operacionais. Conforme Günther. (2006), essa abordagem permite analisar conteúdos que vão além de dados numéricos, enfocando o significado e as relações implícitas presentes nos dados.

2.2 Método de investigação

O método adotado neste estudo é o da pesquisa documental, que se diferencia da pesquisa bibliográfica por utilizar documentos originais, normativos e técnicos, muitos dos quais não são publicados em livros ou periódicos acadêmicos. Segundo Sá-Silva (2009), a

pesquisa documental se fundamenta em fontes que ainda não passaram por tratamento analítico do pesquisador, sendo utilizadas para compreender práticas institucionais e diretrizes técnicas.

No presente estudo, foram utilizados os seguintes documentos:

- Fichas técnicas de fabricantes de ligantes asfálticos;
- Normas e instruções de serviço do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT);
- Normas técnicas da ABNT e regulamentos de órgãos estaduais e municipais de infraestrutura viária, como Departamentos de Estradas e Rodagens (DERs) e Secretarias Municipais de Obras (SEMOBs);
- Artigos e publicações técnico-científicas complementares, que abordam a seleção e aplicação de ligantes asfálticos em obras rodoviárias.

2.3 Critérios de seleção das fontes e técnica de análise

As fontes de documentos foram selecionadas com base em sua relevância técnica e aplicabilidade prática, que priorizando aquelas que abordam diretamente a especificação, dosagem e aplicação de materiais asfálticos convencionais em obras de pavimentação. Foram adotados como critérios de inclusão a abrangência geográfica nacional, bem como a atualidade e conformidade com os padrões técnicos vigentes.

A busca pelos documentos foi realizada de forma ativa e dirigida, a partir de portais institucionais, como os do DNIT, ABNT, DERs estaduais, bem como sites de fabricantes de ligantes asfálticos. A análise dos dados foi realizada por meio de categorização temática e síntese comparativa. Conforme Klein e Soutes. (2020), a categorização possibilita agrupar conteúdos semelhantes segundo critérios previamente definidos, facilitando a interpretação qualitativa de documentos complexos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Cimento Asfáltico de Petróleo

O Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) é um ligante aplicado a quente, de natureza termoplástica, isso faz com que sua viscosidade varie conforme a temperatura. Seu uso é predominante em misturas como o Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), empregado na construção e restauração de rodovias de alto volume de tráfego. No Brasil, a

classificação do CAP é realizada com base em faixas de penetração (em décimos de milímetro), conforme a norma DNIT 095/2006-EM e a ABNT NBR 15511.

O CAP 30-50, caracterizado por sua baixa penetração (30 a 45 dmm) e rigidez alta, é indicado para rodovias com tráfego pesado em regiões de clima quente, por oferecer maior resistência às deformações plásticas decorrentes de cargas elevadas e altas temperaturas. Sua aplicação em trechos da BR-163, no âmbito da Operação Xingu conduzida pelo 8º Batalhão de Engenharia de Construção, evidencia sua adequação a essas condições (BRASIL, 2006; CBAA, 2022). Entretanto, sua menor flexibilidade pode favorecer o surgimento de trincas térmicas em regiões frias, o que limita seu uso nesses contextos.

O CAP 50-70, com penetração intermediária (50 a 70 dmm), apresenta um equilíbrio entre rigidez e flexibilidade, sendo o mais utilizado no Brasil por sua adaptação às condições climáticas predominantes do território nacional e sua adequação a diferentes volumes de tráfego, de moderado a intenso. Sua aplicação em trechos da BR-116, nos estados de São Paulo e Minas Gerais, mostra sua eficácia em contextos de clima ameno e tráfego denso, nos quais é necessário um material capaz de resistir a deformações sem comprometer a integridade do pavimento (PETROBRAS, 2025; CBAA, 2022).

O CAP 85-100, com penetração elevada (85 a 100 dmm), é o mais flexível entre os subtipos analisados, sendo recomendado para regiões de clima frio ou com elevada variação térmica, uma vez que sua maior maleabilidade reduz o risco de fissuras por retração térmica. Essa característica justifica seu uso na Serra Gaúcha (RS), na ERS-235, bem como na construção do núcleo da barragem da UHE Jirau, em Porto Velho (RO), onde se destacou pela adequação a geometrias complexas e à necessidade de estanqueidade (NTA ASFALTOS, 2022; SOUZA NETO, 2013).

3.2 Asfalto Diluído de Petróleo

O ADP é produzido a partir da diluição do CAP em solventes leves derivados do petróleo, como gasolina, nafta ou querosene, o que confere ao ligante menor viscosidade e viabiliza sua aplicação a frio; após a aplicação, ocorre a evaporação do solvente, restando o cimento asfáltico residual, responsável por garantir coesão e aderência entre os agregados. A classificação do ADP é estabelecida de acordo com a velocidade de evaporação do diluente, que define os tipos de cura rápida ou média, e pela viscosidade, expressa em centistokes (cSt) a 60 °C (BERNUCCI *et al.*, 2008).

O CR-30, caracterizado por cura rápida e baixa viscosidade (30 a 60 cSt), é indicado para tratamentos superficiais leves, selagem de trincas e serviços de manutenção. Sua rápida

evaporação o torna adequado a regiões de clima quente e seco, como mostrado em aplicações realizadas em vias urbanas de Teresina (PI), onde possibilitou a redução do tempo de interdição da pista (BRASIL, 2020; RODRIGUES, 2022).

O CR-250, de cura rápida e viscosidade mais elevada (250 a 500 cSt), gera um filme residual espesso, sendo recomendado para tratamentos superficiais estruturais, como o tratamento superficial duplo (TSD). Sua aplicação na PR-151, no Paraná, demonstrou maior resistência ao desagregamento precoce em trechos submetidos a tráfego leve a moderado (DER/PR, 2019; RODRIGUES, 2022).

O CM-30, de cura média e baixa viscosidade (30 a 60 cSt), é empregado em serviços de imprimação, favorecendo a penetração controlada em bases granulares e garantindo adequada aderência com o revestimento subsequente. (FERREIRA et al., 2018).

O CM-70 apresenta viscosidade intermediária (70 a 140 cSt), superior à do CM-30, formando um filme residual mais espesso e resistente. Sua aplicação em estradas vicinais do semiárido da Paraíba demonstrou bom desempenho em condições de tráfego sazonal e altas temperaturas, mostrando sua adequação a climas elevados (PEREIRA et al., 2021).

3.3 Emulsões Asfáltica de Petróleo

As emulsões asfálticas consistem em misturas líquidas estáveis de cimento asfáltico, água e agente emulsificante, permitindo a aplicação a frio e representando uma alternativa ambiental mais segura em relação ao asfalto diluído de petróleo (ADP). Sua ruptura ocorre por evaporação da água ou por reações químicas com o suporte, formando o filme residual responsável pela adesão e coesão da camada aplicada (NBR 10490, 2020).

A RR-1C é empregada como ligante de interligação entre camadas asfálticas, sua aplicação em rodovias do interior paulista, como na SP-333, mostrou um desempenho satisfatório em trechos de tráfego leve a moderado, apresentando rápida secagem e boa relação custo-benefício (STRATURA ASFALTOS, 2020).

A RR-2C, caracterizada por maior viscosidade e teor de ligante, é indicada para vias com tráfego mais intenso. Sua aplicação em operações de manutenção na BR-116 (RS) se mostrou adequado a trechos com elevado volume de tráfego e variações térmicas, oferecendo maior resistência ao cisalhamento (CBAA ASFALTOS, 2022).

A RL-1C é indicada para imprimação de bases granulares, como brita graduada ou solo-cimento. Sua aplicação em trechos da BR-163 (MT) mostrou boa penetração na base, garantindo adesividade e coesão à camada subsequente (REBELO, 2009).

3.4 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE OS LIGANTES ASFÁLTICOS

O Quadro 1 apresenta uma síntese das principais características, indicações e limitações dos três grupos de ligantes asfálticos convencionais analisados neste estudo.

Quadro 2 - Principais recomendações de aplicação dos ligantes asfálticos convencionais.

Tipo de Ligante	Subtipo	Aplicação típica	Clima recomendado	Tráfego recomendado	Vantagens técnicas	Limitações
CAP	CAP 30-50	CBUQ estrutural em rodovias	Quente	Intenso	Alta rigidez; resistência à deformação permanente	Pouca flexibilidade; risco de trincas em clima frio
	CAP 50-70	CBUQ em vias urbanas e interurbanas	Ameno a quente	Moderado a intenso	Equilíbrio entre rigidez e flexibilidade; custo acessível	Desempenho limitado sob tráfego extremo
	CAP 85-100	Regiões frias ou com grande amplitude térmica	Frio	Leve a moderado	Alta flexibilidade; menor suscetibilidade a trincas térmicas	Baixa resistência à deformação sob carga elevada
ADP	CR-30	Tratamentos superficiais leves e manutenção urbana	Quente e seco	Leve	Cura rápida; aplicação a frio; baixo custo	Filme residual fino; menor durabilidade
	CR-250	TSD e pré-misturados a frio	Quente e úmido	Leve a moderado	Maior espessura do ligante; boa fixação dos agregados	Pode exigir maior controle operacional
	CM-30	Imprimação de bases de textura fechada	Quente	Leve a moderado	Boa penetração; cura intermediária; adequada adesividade	Não ideal para bases muito porosas
	CM-70	Imprimação de bases porosas; reciclagem a frio	Quente	Moderado	Filme espesso; boa resistência inicial	Cura mais lenta; maior viscosidade exige cuidado na aplicação
EAP	RR-1C	Pintura de ligação entre camadas	Ameno a seco	Leve a moderado	Ruptura rápida; boa adesividade; aplicação simplificada	Pouca penetração em bases porosas
	RR-2C	Tratamentos superficiais; selagem de trincas	Quente e úmido	Moderado a intenso	Alta resistência ao cisalhamento; espessura adequada do filme	Maior viscosidade pode dificultar espargimento uniforme
	RL-1C	Imprimação de bases granulares	Seco	Leve	Ruptura lenta permite maior penetração e adesão	Tempo de cura mais longo; sensível a umidade

Fonte: Autor, 2025.

A análise dos resultados obtidos mostra que o desempenho de um revestimento asfáltico está relacionado à escolha adequada do ligante. O CAP, aplicado a quente, apresenta um bom

desempenho estrutural e é indicado para obras de longa duração, em especial rodovias de alto tráfego. O ADP, por sua vez, oferece alternativas de baixo custo e fácil aplicação, sendo útil em obras emergenciais ou de menor porte, embora seu uso seja limitado pela volatilidade dos solventes. A EAP combina vantagens ambientais, operacionais e de segurança, se mostrando eficaz em serviços de manutenção e em regiões com infraestrutura mais restrita.

Dessa forma, se torna evidente que não existe um ligante ideal, mas sim aquele mais apropriado às condições específicas do projeto. A correta especificação do tipo e subtipo de ligante contribui para o desempenho técnico do pavimento, redução dos custos de manutenção e aumento da vida útil da infraestrutura viária (BERNUCCI *et al.*, 2008; BRASIL, 2020).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida permitiu compreender como os diferentes subtipos de ligantes asfálticos convencionais são aplicados na pavimentação rodoviária, destacando sua relevância para a durabilidade e o desempenho das vias. Para isso, foi realizada uma pesquisa documental de caráter exploratório e abordagem qualitativa, fundamentada em normas técnicas, manuais institucionais e publicações científicas.

Os resultados evidenciaram que o CAP apresenta maior adequação a obras estruturais e de alto tráfego, embora demande aplicação a quente e cuidados em regiões frias. O Asfalto ADP se mostrou vantajoso em serviços de manutenção e imprimação, pela facilidade de aplicação a frio, ainda que limitado pela baixa durabilidade em determinadas condições. Já as EAP se destacaram como alternativa ambientalmente mais segura e eficiente, sobretudo em serviços de ligação entre camadas e manutenção.

De forma geral, se conclui que não existe um ligante superior, mas sim o mais adequado a cada contexto de projeto, sendo importante a correta especificação técnica para prolongar a vida útil dos pavimentos, reduzir custos de manutenção e garantir maior eficiência à infraestrutura viária brasileira.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Fernando Dácio. **Avaliação da penetração, coesão, aderência e desgaste superficial de ligantes alternativos e comerciais para aplicação na imprimação betuminosa de rodovias.** 2017. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILIERA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10490: Emulsões Asfálticas – Especificação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- BERNUCCI, Liedi Légi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica:** formação básica para engenheiros. 2008.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT. **Manual de pavimentação.** 3.ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT. **Manual de restauração de pavimentos asfálticos.** 3. ed. Brasília: DNIT, 2020.
- CBAA-ASFALTO LTDA. **ADP – CM30 Asfálticos Diluídos.** 2025 Disponível: <https://cbaa-asfaltos.com.br/produtos/adp-cm30/>. Acesso em: 12 maio 2025.
- CBAA-ASFALTO LTDA. **Emulsão Asfáltica RL-1C.** 2025. Disponível em: <https://cbaa-asfaltos.com.br/produtos/emulsao-asfalticarl-1c/>. Acesso em: 5 maio 2025.
- CBAA-ASFALTO LTDA. **Emulsão Asfáltica RR-1C.** 2025. Disponível em: <https://cbaa-asfaltos.com.br/produtos/emulsao-asfalticarr-1c/>. Acesso em: 5 maio 2025.
- CBAA-ASFALTOS LTDA. **CAP 50/70.** 2025 Disponível em: <https://cbaa-asfaltos.com.br/produtos/cap-50-70/>. Acesso em: 7 maio 2025.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 095/2006 - EM: Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP).** Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-material-em/dnit095_2006_em.pdf. Acesso em: 5 maio 2025.
- DER/PR. **Relatório Técnico – Aplicação de TSD com CR-250 na PR-151.** Curitiba: DER, 2019. Disponível em: <https://www.der.pr.gov.br> Acesso em: 5 maio 2025.
- FERREIRA, Mário David Oliveira et al. Verification of technical and environmental viability to apply ashletic emulsion preparation (EAI) in comparison with cm 30, on the southern axis: a case study. **ITEGAM-JETIA**, v. 4, n. 15, p. 149-153, 2018.
- FLECK, Christie Frozi. **Utilização de emulsão asfáltica em um solo de Caxias do Sul/RS para fins de estabilização e uso em subleito de pavimentos.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2019.
- GUIMARÃES, Poliana Avelar. **Estudo da aderência entre camadas asfálticas de pavimentos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

GÜNTHER, Hartmut. **Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão?**. Psicologia: teoria e pesquisa, v. 22, p. 201, 2006.

KLEIN, Simone Boruck; SOUTES, Dione Olesczuk. Sistemas de controle gerencial e inovação: uma categorização da produção científica de 2009 a 2018. **Capital científico**, v. 18, n. 2, 2020.

LÖSCH, Silmara; RAMBO, Carlos Alberto; FERREIRA, Jacques Lima. A pesquisa exploratória na abordagem qualitativa em educação. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, p. e023141-e023141, 2023.

NOGUEIRA, Mônica Grassi. **Comparação do comportamento em campo de concretos asfálticos com CAP 30-45 e com CAP 50-70 para revestimentos de pavimentos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

NTA Asfaltos. **Emulsão Asfáltica RR-2C**. Disponível em: <https://nta-asfaltos.com.br/wp-content/uploads/2022/06/RR-2C.pdf> Acesso em: 5 maio 2025.

PEREIRA, Aline Viana. **Estudo da viabilidade da substituição do asfalto convencional elaborado com CAP 50/70 por asfalto borracha em vias urbanas de Campo Mourão-PR**. 2021. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2021.

PETROBRAS. **Produtos asfálticos**: por onde você passa, a mesma energia que te move. [s/d]. Disponível em: [https://petrobras.com.br/quem-somos/produtos/asfalticos#:%text=Cimento%20ASF%C3%A1ltico%20de%20petr%C3%B3leo%20\(CAP,cor%20preta%20ou%20marrom%20descuro](https://petrobras.com.br/quem-somos/produtos/asfalticos#:%text=Cimento%20ASF%C3%A1ltico%20de%20petr%C3%B3leo%20(CAP,cor%20preta%20ou%20marrom%20descuro). Acesso em: 30 maio 2025.

REBELO, Eude de Paula. **Estudo de mistura solo-emulsão para a região de Urucu (Coari-AM)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.

SÁ-SILVA, Jackson Ronie et al. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista brasileira de história & ciências sociais**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2009.

SOUZA NETO, Francisco Alberto David Duarte. **Concreto asfáltico para núcleo de barragem: caso da UHE Jirau, RO**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SOUZA, João Paulo Marçal de. **Propriedades de misturas asfálticas do tipo camada porosa de atrito (CPA) modificadas pelo resíduo do etileno acetato de vinila (EVA) proveniente da indústria calçadista**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Patos, Paraíba, 2024.

STRATURA ASFALTOS. **Emulsão Asfáltica Catiônica RL-1C**. 2020. Disponível em: https://stratura.com.br/wp-content/uploads/2020/11/Emulsao-Asfaltica-Cationica-RL1C-Revisao_4.pdf Acesso em: 5 maio 2025.

STRATURA ASFALTOS. **Emulsão Asfáltica Catiônica RR-1C**. 2020 Disponível em:

https://stratura.com.br/wp-content/uploads/2020/10/Emulsao-Asfaltica-Cationica-RR1C_E_Revisao_6.pdf Acesso em: 5 maio 2025.

STRATURA ASFALTOS. **Emulsão Asfáltica Catiônica RR-2C.** 2020 Disponível em: https://stratura.com.br/wp-content/uploads/2020/10/Emulsao-Asfaltica-Cationica-RR2C_E_Revisao_4.pdf Acesso em: 5 maio 2025.

STRATURA. **Emulsão Asfáltica Catiônica de Ruptura Rápida: RR-1C e RR-2C.** 2025. Disponível: <https://stratura.com.br/portfolio-items/emulsao-asfaltica-de-ruptura-rapida-rr-1c-e-rr-2c/>. Acesso em: 12 junho 2025.