



# CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP): PROPRIEDADES, CLASSIFICAÇÃO E PAPEL ESTRATÉGICO NA INFRAESTRUTURA VIÁRIA BRASILEIRA<sup>1</sup>

JORDANA ARDENGHY VARGAS<sup>2</sup>; DEUANDER DE OLIVEIRA MELLO<sup>3</sup>; BRUNA DA SILVA<sup>4</sup>; TIAGO ONUCZAK PONCIO<sup>5</sup>

**Resumo:** Este trabalho tem por finalidade expor e explicar o Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP), um subproduto altamente viscoso obtido através do refino do petróleo, sendo muito utilizado como ligante em composições asfálticas para pavimentação de estradas. O artigo discute uma revisão detalhada sobre a obtenção, características físico-químicas, classificações e aplicações do CAP, ressaltando também sua significância na construção e sua relevância nas rodovias brasileiras.

**Palavras-chave:** Cimento Asfáltico de Petróleo; Pavimentação; Infraestrutura; Concreto Asfáltico; Rodovias.

## 1 INTRODUÇÃO

A infraestrutura rodoviária constitui um dos pilares essenciais para o desenvolvimento socioeconômico de qualquer país. Vias bem projetadas e conservadas promovem a integração territorial, facilitam o escoamento da produção agrícola e industrial, reduzem custos logísticos e ampliam o acesso a serviços essenciais, como saúde, educação e comércio. No Brasil, onde o transporte terrestre predomina, a pavimentação asfáltica desempenha papel estratégico na mobilidade urbana e na conexão entre regiões (MOTHE, 2009; SILVA, 2004).

Nesse contexto, o Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) surge como o principal ligante na formulação de misturas asfálticas para construções rodoviárias. De origem petrolífera, o CAP se distingue por suas propriedades físico-químicas complexas, sendo composto por uma combinação de hidrocarbonetos, heteroátomos e metais. Suas características como elevada viscosidade, forte adesão a agregados,

---

<sup>1</sup> Artigo apresentado para a V Mostra de Iniciação Científica do CESURG. Ano 2025.

<sup>2</sup> Centro de Ensino Superior Riograndense – [jordanavargas@cesurg.com](mailto:jordanavargas@cesurg.com)

<sup>3</sup> Centro de Ensino Superior Riograndense – [deuandermello@cesurg.com](mailto:deuandermello@cesurg.com)

<sup>4</sup> Centro de Ensino Superior Riograndense – [bruna.silva@cesurg.com](mailto:bruna.silva@cesurg.com)

<sup>5</sup> Centro de Ensino Superior Riograndense – [tiagoponcio@cesurg.com](mailto:tiagoponcio@cesurg.com)



impermeabilidade e comportamento termoplástico o tornam adequado para pavimentação de estradas e outras aplicações na construção civil, garantindo desempenho confiável frente a cargas de tráfego e variações térmicas e ambientais (BERNUCCI et al., 2010; PETROBRAS, 2022; WHITE; GOODRICH, 2016).

Diante de sua relevância técnica, econômica e ambiental, este artigo apresenta uma análise abrangente sobre o CAP, abordando sua origem, processos de produção, propriedades fundamentais, tipos existentes, aplicações práticas e importância para a infraestrutura de transportes no Brasil (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 2004).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Bernucci et al. (2008) o CAP é um material betuminoso obtido a partir dos serviços de refinaria do petróleo, caracterizado por sua viscosidade e propriedades adesivas. Suas propriedades viscoelásticas são fundamentais para o desempenho das misturas asfálticas, permitindo que o pavimento suporte deformações e cargas repetidas sem falhas prematuras.

A norma DNIT 095/2006 (DNIT, 2006) define que a classificação do CAP é feita com base nos ensaios de penetração e ponto de amolecimento. Esses critérios são fundamentais para escolher o tipo de CAP que melhor se adapta às condições climáticas e de tráfego de uma região específica.

Pesquisas recentes investigam a alteração do CAP com fibras de polímero e outros aditivos a fim de aprimorar suas características reológicas e resistência ao envelhecimento, ampliando sua utilização em diversos contextos (Mothé, 2009; Silva, 2004).

## 3 MATERIAL (AIS) E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de pesquisas abrangentes em fontes acadêmicas e técnicas publicadas nas últimas duas décadas. Foram analisados artigos científicos, dissertações, normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), manuais técnicos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e publicações especializadas da PETROBRAS.

O objetivo da análise foi ampliar o conhecimento sobre o Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP), com foco nas suas propriedades físico-químicas, classificações normativas, formas de aplicação em pavimentação e impacto na durabilidade e eficiência da infraestrutura viária.

A revisão bibliográfica também permitiu identificar lacunas existentes na literatura nacional, especialmente no que se refere à caracterização do desempenho do CAP em diferentes contextos climáticos e à incorporação de aditivos modificadores, temas que vêm ganhando destaque na engenharia de pavimentos.

Figura 1 - Etapas da pesquisa.



Fonte: Autor 2025.

## 4 RESULTADOS

### ○ 4.1 Origem e Produção do CAP

O CAP usinado é um produto da destilação do petróleo, processo que separa diversas frações através da destilação. Em conformidade com o quadro 1 abaixo, primeiramente, a destilação atmosférica é realizada, eliminando os componentes mais leves. Depois, a destilação a vácuo separa os resíduos densos, dos quais o CAP é originado. Em seguida, o material é submetido a modificações específicas para cumprir com os requisitos das normas técnicas.

Quadro 1 – Etapas do processo de obtenção do CAP.

Etapa	Descrição
Destilação Atmosférica	Extração das frações leves do petróleo
Destilação a Vácuo	Coleta das frações pesadas, base do CAP
Tratamento Final	Modificações para adequação ao uso em obras

Fonte: Adaptado de DNIT, 2019 apud Autor 2025

Além do CAP produzido pelo refino do petróleo, há reservas de CAP natural, que se formam ao longo de milhões de anos pela decomposição de matéria orgânica. Esse tipo de CAP se forma em áreas onde o petróleo chegou à superfície e passou por um ciclo natural de evaporação e oxidação. Entre os exemplos mais conhecidos de CAP natural, destacam-se os indicados nas Figuras 2; 3 e 4:

- Lago de La Brea (Trinidad e Tobago): um dos maiores depósitos naturais de CAP do mundo.

Figura 2 – Lago de La Brea.



Fonte: TRIPOMATIC, 2025.

- Lago de Guanoco (Venezuela): outra grande reserva natural de CAP.

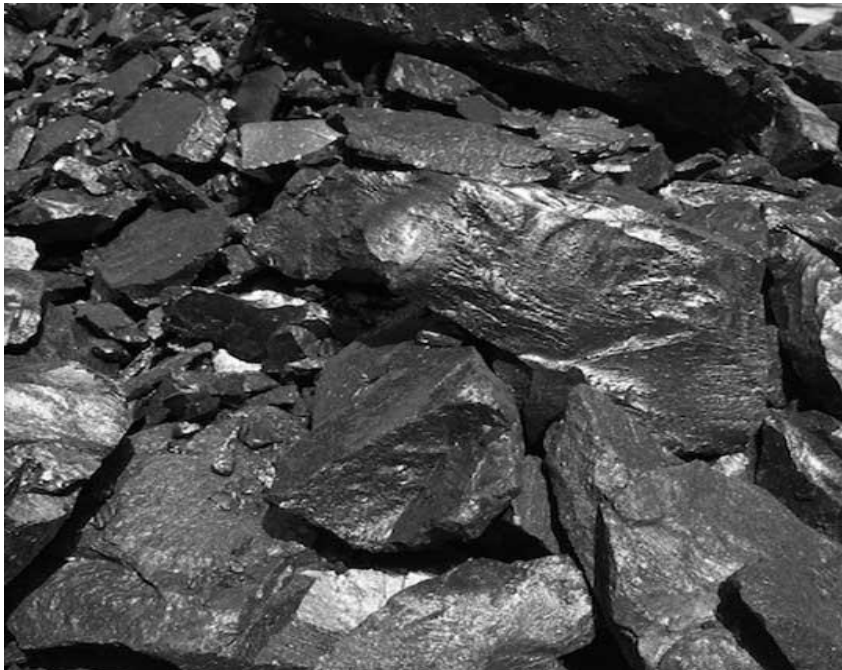
Figura 3 – Lago de Guanoco.



Fonte: Turismo Sucre, 2025.

- Gilsonita (EUA e Irã): um tipo de asfalto sólido, encontrado em formações geológicas específicas.

Figura 4 – Gilsonita.



Fonte: Aras Petrochemical Co, 2025.

O CAP natural tem características parecidas com as do CAP industrial, porém pode apresentar impurezas que comprometem sua qualidade. Portanto, a versão



usinada oferece um controle mais preciso das propriedades do material, sendo a opção preferida para pavimentação e outras utilizações.

#### 4.1.1 Especificações de Projetos

O DNIT em sua normativa 095/2006 define as especificações para o Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP).

Especificação de Material para Cimentos Asfálticos de Petróleo, a entidade encarregada de avaliar o desempenho do asfalto produzido especificamente para apresentar características e consistências distintas, visando sua aplicação direta no desenvolvimento de pavimentos. Eles são classificados com base em sua natureza. CAP-30/45, CAP-50/70, CAP-85/100 e CAP-150/200. A RESOLUÇÃO ANP N.º 897, de 24/11/2022, estabelece essa classificação.

Para detalhá-los, a seguir, o Quadro 2 requer a compreensão de alguns ensaios laboratoriais para a caracterização: teste de penetração, teste de ponto de amolecimento, determinação do Índice de Susceptibilidade Térmica (IST), viscosidade Saybolt Furol e Brookfield, ductilidade Saybolt Furol e Brookfield, teste de ductilidade, determinação do ponto de ruptura, ponto de fulgor e simulação do processo de envelhecimento do ligante (RTFOT).

De acordo com autores e especialistas em materiais asfálticos, os ensaios feitos em laboratório, como teste de penetração, ponto de amolecimento, são essenciais para entender o comportamento do ligante asfáltico nas pistas. Estes testes ajudam a identificar as propriedades físicas, térmicas e reológicas do material, mostrando como ele reage a mudanças de temperatura, cargas de veículos e às condições climáticas. Com essas informações, é possível prever a durabilidade do ligante, sua resistência à deformação, ao desgaste e ao envelhecimento. Isso tudo é indispensável para escolher o tipo certo de ligante para cada obra e projeto, garantindo que o pavimento dure mais, seja mais seguro e que os custos sejam otimizados (ZHAO et al., 2023).

Quadro 2 – Especificações dos Cimentos Asfálticos de Petróleo (CAP) - Classificação por penetração.

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	LIMITES				MÉTODOS		
		CAP 30 / 45	CAP 50 / 70	CAP 85 / 100	CAP 150 / 200	ABNT	ASTM	DNER
Penetração (100 g, 5s, 25°C)	0,1mm	30 - 45	50 - 70	85 - 100	150 - 200	NBR 6576	D 5	ME 003/99
Ponto de amolecimento	°C	52	46	43	37	NBR 6560	D 36	
Viscosidade Saybolt Furol	s					NBR 14950	E 102	ME 004/94
a 135 °C, mín		192	141	110	80			
a 150 °C, mín		90	50	43	36			
a 177 °C		40 - 150	30 - 150	15 - 60	15 - 60			
OU								
Viscosidade Brookfield	cP					NBR 15184	D 4402	
a 135°C, SP 21, 20 rpm, mín		374	274	214	155			
a 150 °C, SP 21, mín.		203	112	97	81			
a 177 °C, SP 21		76 - 285	57 - 285	28 - 114	28 - 114			
Índice de susceptibilidade térmica (1)		(1,5) a (+0,7)	(1,5) a (+0,7)	(1,5) a (+0,7)	(1,5) a (+0,7)			
Ponto de fulgor mín	°C	235	235	235	235	NBR 11341	D 92	ME 149/94
Solubilidade em tricloroetileno, mín	% massa	99,5	99,5	99,5	99,5	NBR 14855	D 2042	ME 153/94
Ductilidade a 25° C, mín	cm	60	60	100	100	NBR 6293	D 113	ME 163/98
Efeito do calor e do ar (RTFOT) a 163 °C, 85 min							D 2872	
Variação em massa, máx (2)	% massa	0,5	0,5	0,5	0,5			
Ductilidade a 25° C, mín	cm	10	20	50	50	NBR 6293	D 113	ME 163/98
Aumento do ponto de amolecimento, máx	°C	8	8	8	8	NBR 6560	D 36	
Penetração retida, mín (3)	%	60	55	55	50	NBR 6576	D 5	ME 003/99

Fonte: Adaptado de DNIT, 2006 apud Alberto Borges Madureira, 2022

#### 4.1.2 Propriedades Físico-Químicas do CAP

Dentre suas características físicas, o CAP possui características precisas para seu uso em pavimentos, incluindo elevada viscosidade, forte adesão a agregados, impermeabilidade e comportamento termoplástico (DNIT, 2019; PETROBRAS, 2023). Essas propriedades possibilitam que o ligante preserve sua integridade em diversas condições climáticas e sob tráfego intenso, assegurando resistência à deformação, coesão interna e durabilidade ao longo de seus estágios.



O cimento asfáltico de petróleo (CAP) é constituído por hidrocarbonetos, com cadeias de carbono com 25 ou mais átomos (DNIT, 2019). Além disso, inclui mínimas medidas de demais compostos, como metais (níquel, ferro, vanádio), oxigênio, enxofre e nitrogênio (PETROBRAS, 2023). A estrutura precisa do CAP está sujeita a mudar de acordo com o tipo de petróleo usado e o sistema de produção, com aproximadamente 1500 tipos de petróleo conhecidos hoje, é possível ter uma percepção da diversidade. Ou seja, há os que têm mais matéria-prima e os que têm menos.

#### 4.1.3 Tipos de CAP

O Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) é classificado na sua profundidade de penetração, um valor que demonstra sua consistência, e na sua utilização típica em condições climáticas (DNIT, 2019). O CAP 30/45 tem um intervalo de penetração de 30 a 45 (0,1 mm) e é recomendado para áreas com temperaturas altas (PETROBRAS, 2023). Por outro lado, o CAP 50/70, com penetração variando de 50 a 70, é mais apropriado para áreas com clima ameno. O CAP 85/100, com penetração que oscila entre 85 e 100, é empregado em climas frios de média altitude (DNIT, 2019). Finalmente, o CAP 150/200, com penetração entre 150 e 200, é indicado para locais com frio intenso (PETROBRAS, 2023).

#### 4.1.4 Utilização do CAP na Pavimentação

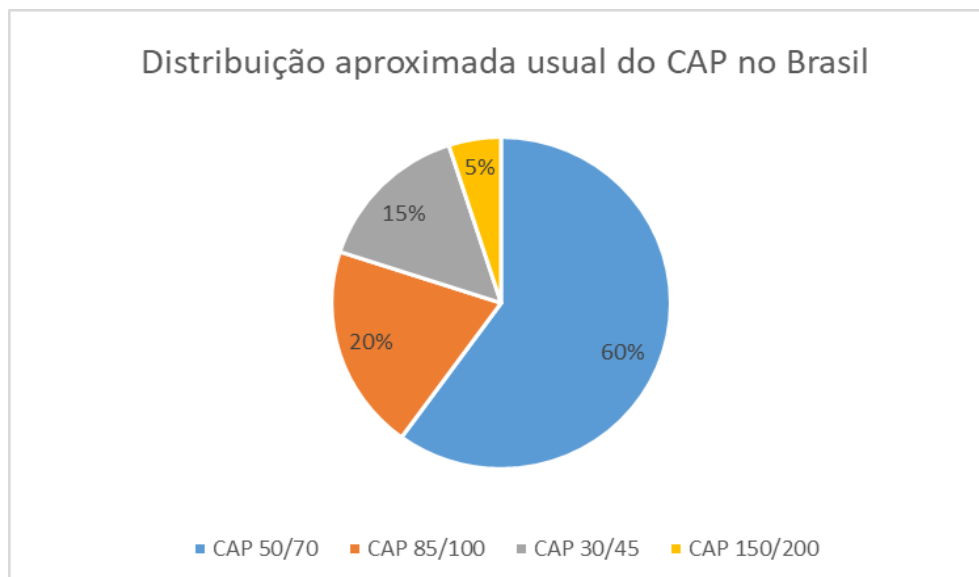
O CAP tem destaque como principal componente de ligação em misturas asfálticas quentes e frias, desempenhando o papel de promover a união entre os agregados minerais (DNIT, 2019). É usado tanto para pavimentar novas vias quanto para executar obras de recape e manutenção (PETROBRAS, 2023). Também colabora em tratamentos de superfície e selagens, contribuindo na proteção e funcionalidade dos pavimentos.

##### 4.1.4.1 No Brasil

No Brasil, a utilização do CAP requer investimentos do setor público e privado em pavimentação, conseqüentemente, em questões de uso, o CAP 50/70 predomina nas indústrias brasileiras, sendo produzido em diversas refinarias da Petrobras, como REGAP, REDUC, REVAP, REPAR e REFAP, garantindo ampla disponibilidade no mercado nacional (DNIT, 2019; PETROBRAS, 2023).

O CAP 50/70 é a opção mais usada para a construção e manutenção de rodovias e vias urbanas em todo o Brasil, graças ao seu baixo custo e desempenho eficiente. A Figura 5 ilustra esses dados de acordo com as informações fornecidas.

Figura 5 – Distribuição aproximada usual do CAP no Brasil.



Fonte: Adaptado de DNIT, 2019; PETROBRAS, 2023 apud Autor 2025

#### 4.1.5 Importância do CAP para a Infraestrutura Rodoviária

A aplicação correta do CAP garante pavimentos mais resistentes e seguros, diminuindo a necessidade por manutenções frequentes e gerando economia na manutenção (DNIT, 2019). O emprego de tecnologias que alteram o CAP através de aditivos poliméricos tem aumentado sua resistência a alterações de temperatura e deformações (PETROBRAS, 2023). A criação de asfaltos mais ecológicos, que incorporam materiais reciclados, tem ganhado destaque no setor.

Analisando em uma perspectiva econômica, o investimento na qualidade dos materiais asfálticos reduz despesas a longo prazo e melhora a eficácia da rede de estradas (DNIT, 2019). Do ponto de vista ambiental, o uso de CAP modificado com



*"Resiliência Científica – Desafios e Oportunidades"*



resíduos industriais é um avanço crucial na pavimentação sustentável (PETROBRAS, 2023).

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) é uma peça fundamental para manter a qualidade das estradas no Brasil, tendo um papel crucial na durabilidade e performance das estradas. A seleção correta do tipo de CAP está ligada ao clima local e às características de tráfego da via, sendo crucial para o progresso do projeto e a durabilidade do pavimento.

Com o progresso tecnológico, o CAP vem se tornando melhor através de alterações com polímeros e outros aditivos, melhorando sua performance em relação à resistência, flexibilidade e durabilidade. Essas inovações têm um impacto significativo na sustentabilidade, segurança e eficácia da infraestrutura rodoviária do Brasil e do mundo, diminuindo os custos com manutenção e melhorando o conforto e a proteção dos usuários.

Portanto, um entendimento detalhado de suas características, especificações e usos é crucial para engenheiros, projetistas e administradores públicos que trabalham nesses setores, possibilitando decisões eficientes na construção e conservação das vias.



## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14855: Cimento Asfáltico de Petróleo – Especificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14904 – Cimento Asfáltico de Petróleo – Especificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

BERNUCCI, Liedi Légi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. 3. ed. Rio de Janeiro: Petrobras; ABEDA, 2010. Disponível em: <https://repositorio.usp.br>. Acesso em: maio 2025.

DER/SP – Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo. **Manual de Pavimentação Asfáltica**. São Paulo: DER/SP, 2019.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro: IPR/DNIT, 2019.

MOTHÉ, O. L. **Pavimentação: materiais, técnicas e manutenção**. São Paulo: Editora Blucher, 2009.

PETROBRAS. **Cimentos Asfálticos de Petróleo (CAP) – Especificações Técnicas**. Rio de Janeiro: Petrobras, 2022. Disponível em: <https://petrobras.com.br>. Acesso em: abril 2025.

PETROBRAS. **Cimentos Asfálticos de Petróleo (CAP): características, produção e aplicações**. Rio de Janeiro: Petrobras, 2022. Disponível em: <https://petrobras.com.br>. Acesso em: junho 2025.

PETROBRAS. **Processo de obtenção do Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP)**. Rio de Janeiro: Petrobras, 2022. Disponível em: <https://petrobras.com.br>. Acesso em: abril 2025.

PETROBRAS. **Produção e distribuição de CAP no Brasil**. Rio de Janeiro: Petrobras, 2023. Disponível em: <https://petrobras.com.br>. Acesso em: setembro 2025.

RESOLUÇÃO ANP N.º 897, de 24 de novembro de 2022. **Estabelece critérios e normas para produção e comercialização de cimentos asfálticos de petróleo no Brasil**. Brasília, DF: ANP, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/legislacao>. Acesso em: abril 2025.



"Resiliência Científica – Desafios e Oportunidades"



ROSSOT ENGENHARIA. **O que é CAP (cimento asfáltico de petróleo)**. Disponível em: <https://www.rossot.com.br>. Acesso em: abril 2025.

SILVA, R. A. **Materiais asfálticos: propriedades e aplicações**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

TURISMO SUCRE. **Lago de Asfalto Natural Guanoco**. Disponível em: <https://turismosucre.com.ve/paria/guanoco/>. Acesso em: 25 jun. 2025.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Gilsonite Statistics and Information**. Disponível em: <https://www.usgs.gov>. Acesso em: junho 2025.

WHITE, J. R.; GOODRICH, J. L. **Asphalt Materials Science and Technology**. Amsterdam: Elsevier, 2016.

ZHAO, Y. et al. **Modeling of viscosity and chemical structure of virgin and aged asphalt from different origins**. *Journal of Testing and Evaluation*, v. 51, n. 2, p. 20220603, West Conshohocken, PA: ASTM International, 2023. Disponível em: <https://www.astm.org/jte20220603.html>. Acesso em: outubro 2025.