

## ESTUDO DA INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO OLEOSO DE PETRÓLEO COMO FÍLER EM MISTURAS ASFÁLTICAS

Walter Rubens Ribeiro Feitosa Batista<sup>1</sup>; Letícia Maria Macêdo de Azevedo<sup>2</sup>; Camila Gonçalves Luz Nunes<sup>3</sup>; Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia de Civil –  
[walter\\_rubens1@hotmail.com](mailto:walter_rubens1@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil –  
[leticia\\_azevedo@hotmail.com](mailto:leticia_azevedo@hotmail.com)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil –  
[camilanunes.engcivil@hotmail.com](mailto:camilanunes.engcivil@hotmail.com)

<sup>4</sup> Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia de Civil –  
[ana.duartemendoca@gmail.com](mailto:ana.duartemendoca@gmail.com)

### RESUMO

Atualmente, um dos maiores problemas que a humanidade enfrenta é os impactos ambientais, haja vista que esse assunto vem sendo abordado por diversos países no intuito de desenvolver técnicas para redução desses impactos sem prejudicar o crescimento, ou seja, desenvolvimento sustentável. Com o aumento populacional surgiu a problemática da geração de resíduos, isso ocorre devido a constante busca humana em suprir suas necessidades. O impacto ambiental causado pela deposição de resíduo no meio ambiente em locais indevidos, ou seja, sem o tratamento prévio e em ambientes impróprios para deposição, é incalculável. Um dos produtos mais utilizados nos dias de hoje, tanto para geração de energia, como matéria-prima dos mais diversos produtos, é o Petróleo. Porém, a contaminação do meio ambiente gerado nas diversas fases da sua cadeia produtiva e seus derivados, é um problema de esfera global. Dessa forma, para viabilizar a utilização desse material, várias pesquisas estão sendo desenvolvidas, visando diminuir os impactos ambientais e agregar valor econômico ao resíduo. Esta pesquisa tem por objetivo determinar o comportamento físico e mecânico de misturas asfálticas aditivadas com resíduo oleoso de petróleo atuando como fíler. No processo de caracterização foram analisados a granulometria e a massa específica para determinar o comportamento físico das misturas após a modificação. E realizou-se o ensaio de Lottman modificado, observando-se a variação do teor de resíduo na mistura, conclui-se que a mistura com o teor de 4% de resíduo é a que melhor se comporta em relação aos limites de RRT, Vv e RBV. Pode-se considerar para esses materiais a mistura com 5,3% de CAP e 4% de resíduo foi a que apresentou melhores resultados.

**Palavras Chave:** Impacto ambiental, Resíduo Oleoso, Comportamento Físico, Misturas Asfálticas.

### 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, um dos maiores problemas que a humanidade enfrenta é os impactos

ambientais, haja vista que esse assunto vem sendo abordado por diversos países no intuito de desenvolver técnicas para redução desses

impactos sem prejudicar o crescimento, ou seja, desenvolvimento sustentável.

Com o aumento populacional surgiu à problemática da geração de resíduos, isso ocorre devido a constante busca humana em suprir suas necessidades. O impacto ambiental causado pela deposição de resíduo no meio ambiente em locais indevidos, ou seja, sem o tratamento prévio e em ambientes impróprios para deposição, é incalculável.

O asfalto é uma mistura de hidrocarbonetos derivados do petróleo, cujo principal componente é o betume. Sua extração pode ser feita na natureza em lagos naturais, ou através do processamento do petróleo. São comumente utilizados em serviços de impermeabilização e juntamente com agregados para a produção de misturas asfálticas.

De acordo com a ABNT NBR 7208/90 o asfalto é definido como um material sólido ou semi-sólido, de cor entre preta e pardo escura, que ocorrem na natureza ou é obtido pela destilação do petróleo, diminuem a viscosidade com o aumento da temperatura, no qual os constituintes predominantes são os betumes e que apresentam características apropriadas à pavimentação.

O uso do asfalto em pavimentação é um dos mais importantes entre todas as suas aplicações, e isso se deve ao fato de ser um material aglomerante resistente, com grande

adesividade, proporcionando forte união dos agregados e permitindo flexibilidade controlável, é impermeável, durável e resiste à ação da maioria dos ácidos, álcalis e sais, podendo ainda ser utilizado com ou sem aditivos. Caracteriza-se como uma substância com propriedades reológicas, cujo comportamento físico varia com a temperatura.

No Brasil, o asfalto é conhecido pela denominação CAP (Cimento Asfáltico de Petróleo) e é definido como um produto semi-sólido a temperaturas baixas, viscoelástico à temperatura ambiente (25°C) e líquido a altas temperaturas [BERNUCCI et al., 2006]. É um 6 aglutinante betuminoso obtido pela refinação do petróleo, de acordo com métodos adequados, de maneira a apresentar as qualidades necessárias para a utilização em construções de pavimentos asfálticos [TEIXEIRA et al., 2000].

Segundo Environmental Protection Agency [EPA, 2000] configuram-se como resíduo oleoso a areia oleosa produzida, as borras de separadores, a parafina, a areia/detritos de fundo, os solos contaminados, e os lodos de separadores. Esse resíduo por não possuir valor econômico e também utilização como matéria-prima é disposto na maioria das vezes em locais impróprios.



## II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE  
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS  
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

O resíduo oleoso é classificado por Santos [2010] como Resíduo Classe I, ou seja, tóxico e perigoso. Devido à escassez de processos que viabilize a utilização desses resíduos, na maioria das vezes, eles se tornam um problema para as indústrias de petróleo, por seu alto volume de geração e as consequentes dificuldades em seu condicionamento, armazenagem, transporte e destinação final. Vários trabalhos estão sendo desenvolvidos com intuito de dar uma destinação ambientalmente adequada aos resíduos gerados nas atividades de Exploração e Produção de Petróleo [ARIDE, 2003].

O processo de reaproveitamento de um determinado tipo de resíduo está associado ao valor econômico de mercado agregado ao material e o seu reaproveitamento se tornará viável caso resulte em um produto mais barato ou se for mais econômico recuperar que transportar e tratar, ou dispor adequadamente. O que ressalta a importância de estudos sistemáticos visando seu reaproveitamento de forma economicamente viável e ecologicamente correta [MENEZES et al., 2005].

Esta pesquisa tem por determinar o comportamento físico e mecânico de misturas asfálticas aditivadas com resíduo oleoso de petróleo atuando como fíler. No processo de caracterização foram analisados com relação a granulometria e massa específica para

determinar o comportamento físico das misturas após a modificação.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Materiais

Os materiais utilizados na mistura asfáltica da pesquisa foram cimento asfáltico de petróleo (CAP), brita # 19,0mm, brita # 9,5mm, pó de pedra e resíduo oleoso de petróleo.

- **Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP):** CAP 50/70 fornecido pela PETROBRÁS (comumente utilizado na região Nordeste do Brasil).

- **Brita 19,0mm:** brita granítica graduada, com diâmetro máximo de 19,0mm, oriunda de jazida localizada na região de Campina Grande, Paraíba.

- **Brita 9,5mm:** também chamada de “cascalinho”, possui diâmetro máximo de 9,5 mm e mesma origem da brita #19,0mm.

- **Pó de Pedra:** Pó resultante das sobras da britagem de pedras maiores, de granulometria pequena, com diâmetro máximo de 4,8mm. Na mistura participa como agregado miúdo e provém da mesma jazida das britas.

- **Resíduo Oleoso de E&P de petróleo-RO:** Cascalho de perfuração oriundo das

atividades de Exploração & Produção de petróleo no município de São Sebastião do Passé, unidade de Taquipe da Petrobrás no estado da Bahia. O resíduo passa por um processo de retirada das partes tóxicas e trituração até adquirir consistência pulverulenta com diâmetros máximos inferiores a 0,075mm atuando como filer na mistura.

## 2.2. Métodos

Os ensaios de caracterização dos componentes da mistura foram análise granulométrica e massa específica.

### 2.2.1. Análise Granulométrica

A determinação da distribuição granulométrica dos agregados é importante para se obter uma boa dosagem da mistura asfáltica destinada a pavimentação.

Segundo BERNUCCI (2010), a distribuição granulométrica dos agregados é determinada usualmente por meio da análise por peneiramento, nessa análise uma amostra seca do material é fracionada através de uma série de peneiras com aberturas de malha progressivamente menores. Uma vez que a massa da fração de partículas retida em cada peneira é determinada e comparada com a massa total da amostra, a distribuição é expressa

como porcentagem em massa em cada abertura de malha de peneira. A distribuição dos tamanhos de grãos dos materiais será determinada a partir da realização do ensaio de granulometria por peneiramento NBR 7181 (ABNT, 1984).

### 2.2.2. Massa Específica

O método de ensaio DNER-ME 081/98 especifica a determinação das densidades de agregados graúdos, utilizando o conceito de densidade relativa, que é a relação entre a densidade e a massa volumétrica da substância, usualmente a água é tomada como referência. O método de ensaio DNER-ME 084/95 é adotado para a determinação da densidade de agregados miúdos, com a denominação de densidade real dos grãos, que é a relação direta entre massa e volume de uma substância, desconsiderando sua porosidade. Esse procedimento é semelhante ao do ensaio para determinação da massa específica aparente seca de solos, (DNER-ME 093/94) e faz uso de um picnômetro de 50 ml.

### 2.2.3 Ensaio Lottman

Segundo LUCENA (2009), o ensaio de Lottman modificado, também conhecido como ensaio de “dano por umidade induzida”, ou de sensibilidade à umidade é utilizado para

avaliar a capacidade mecânica da mistura asfáltica, em termos de resistência à tração (RT), e resistência à tração por umidade induzida RTu, sob a ação deletéria da água em ciclos de temperaturas baixas e intermediárias. Os corpos-de-prova foram divididos em dois grupos de 15 exemplares cada. Ambos submetidos a ensaios de resistência à tração, porém um deles somente após ser submetido a ciclos de gelo e degelo. A razão RTu/RT fornece a relação da resistência à tração- RRT.

No Brasil, o teste mais utilizado segue o procedimento descrito na norma AASHTO T 283. Para este ensaio, os corpos-de-prova foram moldados variando o teor de resíduo oleoso na mistura, de 3,0% a 5,0% com o objetivo de observar a influência do mesmo na resistência à tração por umidade induzida. As Figuras 3 e 4 ilustram etapas do ensaio.



Figura 3: Aplicação de pressão para saturação dos vazios com água.



Figura 4: Processo de congelamento.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Caracterização Física

Para o ensaio de granulometria por peneiramento, realizado com os agregados graúdos e miúdos, obteve-se como resultado a curva granulométrica dos agregados ilustrada na Figura 1.

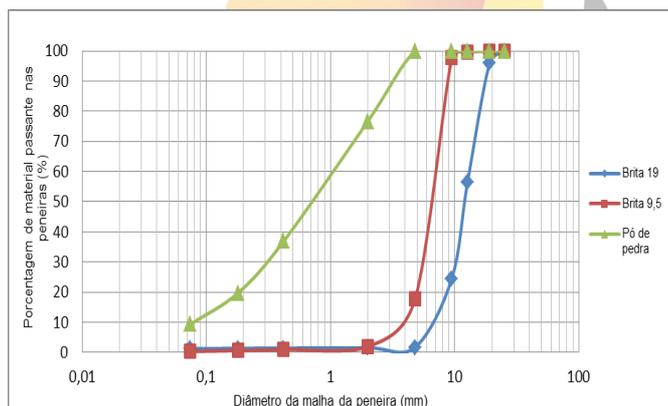


Figura 1: Curva granulométrica dos agregados da mistura asfáltica.

A curva granulométrica mostra que as britas possuem uma distribuição aberta, ou seja, ausência de finos, partículas de diâmetro inferior a 0,075 mm, o que é normal devido ao tamanho dos grãos desses materiais e à sua distribuição uniforme. Essa ausência de finos será suprida na mistura pelo pó de pedra que possui uma distribuição densa ou bem

graduada e pelo resíduo, que passa totalmente pela peneira de malha 0,075mm. A Tabela 1 apresenta uma classificação resumida dos agregados segundo sua natureza, tamanhos e distribuição, com base no coeficiente de não uniformidade (CNU), que é a razão entre o diâmetro correspondente ao ponto onde 60% do material é passante ( $D_{60}$ ) e o diâmetro onde 10% do material é passante ( $D_{10}$ ); para  $CNU < 2$  o agregado é considerado uniforme.

Tabela 1: Classificação dos agregados da mistura.

MASSAS ESPECÍFICAS DOS AGREGADOS	
Agregado	Massa Específica (g/cm <sup>3</sup> )
Brita 19	2,647
Brita 9,5	2,662
Pó de Pedra	2,525
Resíduo Oleoso	2,340

A Tabela 2 apresenta os valores obtidos para os ensaios de massa específica.

Tabela 2: Valores de massa específica dos agregados da mistura.

	Natureza	Tamanho	CNU	Distribuição
<b>Brita #19,0mm</b>	Natural	Graúdo	2	Uniforme
<b>Brita #9,5mm</b>	Natural	Graúdo	1,75	Uniforme
<b>Pó de Pedra</b>	Natural	Miúdo	1,25	Uniforme
<b>Resíduo Oleoso</b>	Reciclado	Fíler	-	-

Observa-se pouca variação nos resultados obtidos para as massas específicas. O valor de massa específica do CAP obtido na literatura foi de 1,027 g/cm<sup>3</sup>.

Os resultados do ensaio de sensibilidade à umidade, Lottman modificado, RRT, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Resultados de RT, RTu e RRT.

Resultados de RT, RTu e RRT					
TEOR	3,0%	3,5%	4,0%	4,5%	5,0%
<b>RT (MPa)</b>	0,896	0,878	0,902	0,939	0,776
<b>RTu (MPa)</b>	0,508	0,537	0,639	0,644	0,537
<b>RRT (%)</b>	56,70	61,16	70,84	68,57	69,26

Segundo a especificação AASHTO MP 8-01, o valor mínimo de RRT a ser obtido é de 70%. Considerando essa especificação pode-se concluir-se que a ação da umidade nas misturas foi destrutiva, e que apenas a mistura com teor de 4% de resíduo atingiu o limite estabelecido.

#### 4. CONCLUSÕES

O resíduo comportou-se de maneira satisfatória nos ensaios, não comprometendo o desempenho da mistura.

Dos ensaios realizados observando-se a variação do teor de resíduo na mistura, conclui-se que a mistura com o teor de 4% de resíduo é a que melhor se comporta em

relação aos limites de RRT, Vv e RBV. Pode-se considerar para esses materiais a mistura com 5,3% de CAP e 4% de resíduo foi a que apresentou melhores resultados.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181: Solo: análise granulométrica.** Rio de Janeiro, 1984.

ARIDE, S. **Uso do resíduo oleoso das atividades de extração de petróleo em econômico e ambiental.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2003.

BERNUCCI, L. B.; DA MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros.** Rio de Janeiro, 2010. 338 p.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. - **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros,** 1ª Edição PETROBRAS/ABEDA, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2006.

DNER - ME 093/94. **Solos – determinação da densidade real,** 1994.

DNER - ME 084/95: **Agregado miúdo – determinação da densidade real,** 1995.

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Profile of the oil and gas extraction industry. Notebook project oil and gas extraction, Sector Notebook Project, EPA/310-R-99-006. Outubro, 2000.

MENEZES, R. R; FERREIRA, H. S; NEVES, G. A; LIRA, H. L; FERREIRA, H. C; **Use of granite sawing wastes in the production of ceramic bricks and tiles,** Journal of the European Ceramic Society, n. 25, p1149, 2005.

SANTOS, C. B. **Utilização de resíduos oleosos provenientes das atividades de petróleo para uso em pavimentos rodoviários.** 2010. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2010.

TEIXEIRA, M.C; MARTIN, M. M.; GARCIA, T. J. M.; BERKES, T. M. S. - **Materiais Betuminosos para Pavimentação.** Trabalho PCC-339. São Paulo, 2000.