



## EMPREGO DO RESÍDUO OLEOSO DE PETRÓLEO EM CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND

Taíssa Guedes Cândido<sup>1</sup>, Ana Maria Gonçalves Duarte de Mendonça<sup>2</sup>, Milton Bezerra das Chagas Filho<sup>3</sup>, Daniel Beserra Costa<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Unidade Acadêmica de Engenharia Civil, UFCG, Campina Grande, PB,  
[taissaguedes1@hotmail.com](mailto:taissaguedes1@hotmail.com)

<sup>2</sup>Engenharia de Materiais, Professora Pesquisadora. Doutora, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil, CTRN, UFCG, Campina Grande, PB,  
[ana.duartemendonca@gmail.com](mailto:ana.duartemendonca@gmail.com)

<sup>3</sup>Engenharia Civil, Professor Titular. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil, CTRN, UFCG, Campina Grande, PB,  
[miltoncf@gmail.com](mailto:miltoncf@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia de Engenharia Civil  
[daniel.beserra@hotmail.com](mailto:daniel.beserra@hotmail.com)

### RESUMO

O desenvolvimento traz consigo a problemática da geração de resíduos, pois na busca de melhorar a qualidade de vida, tecnologias e matérias-primas são adotadas, sem a preocupação com sua deposição. É necessário um destino ambientalmente correto para estes resíduos, sejam eles classificados como tóxicos ou não. Atualmente, a destinação final dos resíduos gerados na exploração e produção de petróleo vem se tornando uma preocupação da sociedade em termos de sustentabilidade. Isto porque são produzidos em grandes quantidades e existem dificuldades em seu condicionamento, armazenagem, transporte e ainda não existe um consenso sobre o seu tratamento final. Visando uma forma de amenizar os impactos causados ao meio ambiente, buscam-se avanços em técnicas de reaproveitamento desses resíduos. A utilização do resíduo oleoso no concreto é um meio de colocar em prática a reciclagem desses resíduos, aproximando o setor da construção civil ao desenvolvimento sustentável. Nesta pesquisa, utilizou-se o resíduo oleoso em substituição do percentual de 5% da massa do agregado miúdo na produção de concreto de cimento Portland. Realizaram-se ensaios de caracterização física dos agregados e caracterização mecânica do concreto endurecido. Observou-se que a partir dos valores obtidos para resistência do concreto com resíduo oleoso, que este apresenta potencial para utilização como material para a fabricação de calçadas, meio-fio, piso de ciclovias e peças pré-fabricadas.

**Palavras - chave:** Resíduo oleoso, Reciclagem, Concreto.

### 1. INTRODUÇÃO

A sociedade vem apresentando uma maior preocupação com as questões ambientais e a geração de resíduos. É necessário um destino ambientalmente correto para estes resíduos, sejam eles classificados como tóxicos ou não. No

Brasil, com o advento da lei de crimes ambientais (Lei 6938/1998), que responsabiliza o gerador do resíduo pela sua disposição final, as empresas e os órgãos ambientais têm se esforçado para que sejam empregadas técnicas de gerenciamento e disposição de resíduos adequados. Entretanto, essa situação



ainda é recente e há, efetivamente, pouquíssimas implementações com resultados promissores no Brasil.

Diante disso, estudos vêm buscando soluções para a destinação desses resíduos, a partir de sua reciclagem. A construção civil é responsável pelo consumo de grandes quantidades de insumos e energia, e geração de resíduos.

A indústria petrolífera tem crescido em todo o mundo e tornou-se um dos principais setores da economia mundial. E o Brasil, não está fora dessa realidade. De acordo com a brasileira Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis [ANP, 2010], em 2009 o Brasil alcançou o 14<sup>o</sup> lugar entre os maiores produtores mundiais de petróleo (2 milhões de barris / dia).

O problema desse crescimento esta ligada a geração de resíduos, que aumenta a cada dia. A contaminação ambiental por petróleo e seus derivados é um problema grave em todo o mundo.

Refinarias de petróleo e indústrias petroquímicas geram grandes quantidades de resíduos sólidos. Uma preocupação especial é a borra oleosa que se acumula no fundo dos tanques de armazenagem de petróleo bruto ou é gerada em sistemas de separação de água-óleo [MAIT *et al.*, 2008]. A borra oleosa contém grandes quantidades de benzeno aromático, fenol e hidrocarbonetos policíclicos que têm efeitos altamente tóxico, mutagênico e carcinogênico sobre os seres humanos e que poluem o ambiente. Esses elementos são, portanto, classificados como poluentes ambientais prioritários pela Environmental EUA Protection Agency [EPA, 1986].

Os resíduos gerados durante as operações de refino variam muito na sua composição e toxicidade. Suas características dependem do processo produtivo que o gera, assim como do tipo de petróleo processado e dos derivados produzidos. Os constituintes típicos

incluem elementos químicos tóxicos tais como: arsênio, cádmio, cromo chumbo, bário mercúrio, selênio e prata, compostos orgânicos como bifelinas policloradas (BPC's), hidrocarbonetos halogenados, hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA's) e compostos inorgânicos como amônia e ácido sulfídrico [BANDEIRA, 2010].

Estes resíduos atualmente não possuem valor econômico e são produzidos em larga escala e muitas vezes não recebem destinação final adequada por não haver locais que comportem a demanda.

O resíduo oleoso é classificado por Santos [2010], como Resíduo Classe I, ou seja, tóxico e perigoso. Devido à escassez de processos que viabilizem 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 conseqüentes 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].

A indústria da construção civil tem potencial de reciclagem desses resíduos, através do uso destes como material alternativo. LUCENA [2009] lista os benefícios que a reciclagem na construção civil pode gerar:

- redução no consumo de recursos naturais não renováveis, quando substituídos por resíduos reciclados;
- redução de áreas necessárias para aterro, pela diminuição de volume de resíduos pela reciclagem;
- redução do consumo de energia durante o processo de produção;
- redução da poluição;
- a legislação ambiental cada vez mais rigorosa, no que se refere à colocação em depósito dos resíduos da construção;



A utilização do resíduo oleoso no concreto é um meio de colocar em prática a reciclagem desses resíduos, aproximando o setor da construção civil ao desenvolvimento sustentável.

O objetivo desse trabalho é avaliar o comportamento mecânico do concreto produzido a partir da substituição da areia por resíduo oleoso de petróleo, com percentual de substituição de 5%.

## 2. METODOLOGIA

A seguir serão descritos os materiais e métodos utilizados na pesquisa.

### 2.1 Materiais

Os materiais usados na pesquisa foram:

- Cimento: CP II F 32 – Cimento Portland composto com adição de filler;
- Agregado miúdo: areia quartzosa oriunda do município de Santa Rita – PB;
- Agregados graúdos: britas graníticas convencionais;
- Água: destinada ao consumo humano fornecida pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA);
- Resíduo oleoso de E&P de petróleo: cascalho de perfuração oriundo das atividades de Exploração & Produção de petróleo.

### 2.2 Métodos

A metodologia utilizada na pesquisa está dividida em três etapas. A primeira é a caracterização física dos agregados, em seguida é realizada a dosagem do concreto. No concreto são realizados ensaios de caracterização física e mecânica.

#### 2.1.1 Caracterização física dos agregados

Análise Granulométrica: O estudo da granulometria do agregado miúdo é

importante devido a sua influência na trabalhabilidade e custo do concreto. Areias muito grossa deixam a mistura de concreto muito áspera e não trabalhável. Areias muito fina aumentam o consumo de água, podendo prejudicar as características das resistências à compressão do concreto. Agregados que não apresentam grande deficiência ou excesso de qualquer tamanho de partícula, produzem misturas de concreto mais trabalháveis e econômicas.

O ensaio de granulometria determina a distribuição percentual dos diferentes tamanhos dos grãos do agregado. É representada pela curva de distribuição granulométrica que mostra o percentual de material passando na peneira em questão versus logaritmo do diâmetro da abertura da peneira. O ensaio de composição granulométrica do agregado miúdo foi realizado segundo o método de ensaio NBR ABNT 7217:1987.

#### Determinação da massa específica:

Para efeito de dosagem do concreto, é importante conhecer o volume ocupado apenas pelas partículas do agregado, que é verificado pelo ensaio da massa específica. A massa específica do cimento será determinada segundo o método de ensaio DNER-ME 085:1994.

A determinação da massa específica do agregado miúdo foi realizada através do frasco de Chapman, segundo DNER-ME 194:1998. Para os agregados graúdos a determinação da massa específica foi realizada segundo a ABNT NBR NM 53: 2003.

Determinação da massa unitária: É por meio da massa unitária que se determina o volume ou massa do agregado que deve ser adicionado na betoneira, de acordo com o traço estudado. A massa unitária de agregado no estado solto corresponde ao quociente da massa do agregado lançado no recipiente e o volume desse recipiente. O ensaio foi realizado com o agregado



miúdo segundo o método de ensaio DNER-ME 152:1995.

Este ensaio tem como objetivo principal verificar a massa unitária do agregado miúdo incluindo vazios e a umidade que existem entre os grãos, e determinando-a para utilização no traço de concreto.

Absorção: A determinação da absorção dos agregados graúdos foi realizada segundo o método de ensaio ABNT NBR NM 53: 2003.

Ensaio de finura: É importante se conhecer o valor da finura dos cimentos, pois é uma característica que influencia a velocidade da reação de hidratação.

De acordo com Helene e Terzian (1992) o aumento da finura melhora a resistência, particularmente as das primeiras idades, diminui a exsudação e outros tipos de segregação, aumenta a impermeabilidade, a trabalhabilidade e a coesão dos concretos. Em contrapartida, ocorre liberação de maior quantidade de calor e uma retração maior, sendo os concretos mais sensíveis ao fissuramento.

O ensaio utilizado para determinação da finura do cimento através da peneira 75 $\mu$ m é regulamentado pela norma da ABNT NBR 11579: 1991.

Equivalente de areia (EA): O equivalente de areia é a relação volumétrica que corresponde à razão entre a altura do nível superior da areia e a altura do nível superior da suspensão argilosa de uma determinada quantidade de solo ou de agregado miúdo, numa proveta, em condições estabelecidas no método de ensaio DNER-ME 054:1997.

2.1.2 Dosagem do concreto: Segundo Granzotto (2010) a dosagem não é nada mais que as indicações das proporções e quantificação dos materiais componentes da mistura, a fim de obter um concreto com determinadas

características previamente estabelecidas.

O método de dosagem seguido nesta pesquisa foi o IPT/EPUSP apresentado por Helene e Terzian [2001].

De acordo com Helene e Terzian [2001], a determinação do teor ideal de argamassa é a fase mais importante do estudo de dosagem. Através de variações no teor de argamassa da mistura, com o traço estabelecido em 1:5,0, determina-se a proporção adequada por tentativas e observações práticas.

O método de acordo com Helene e Terzian [2001] apud [Granzotto, 2010] descreve algumas etapas que devem ser seguidas para que ocorra o menor número possível de variações entre diferentes centros de pesquisas ou canteiro de obras:

- A imprimação do misturador com uma porção de concreto de volume inferior a 6 kg com traço 1:2:3 e a/c = 0,65. Deixar o material sair livremente;
- A colocação dos materiais, sendo primeiro 80% da quantidade de água total, posteriormente agregado graúdo, agregado miúdo, cimento, restante da água e, se for o caso, aditivos;
- A colocação da primeira quantidade de material e verificação do aspecto. Se não estiver com o teor ideal, acrescentar cimento e areia de acordo com a coluna de acréscimos, deixando a quantidade de agregado graúdo constante. Cada porção de material deve ser misturada por 5 minutos;
- A realização de testes práticos para a confirmação do teor final de argamassa;
- A correção do teor final devido a perdas inerentes ao processo, como transporte e lançamento. As perdas são estimadas entre 2% e 4%;
- Realizar uma nova mistura de traço 1:5 para a determinação de todas as características finais do concreto fresco: relação água/cimento, consumo por metro cúbico dos componentes, massa



específica do concreto fresco e abatimento do tronco de cone.

A conclusão do processo segundo Helene e Terzian [2001] apud Granzotto [2010] é feita com o rompimento dos corpos de prova e o desenho do diagrama de dosagem. Citam ainda que nesta fase pode-se calcular qualquer traço intermediário àquela família, desde que sejam utilizados sempre os mesmos materiais do estudo prévio.

### 2.1.3 Caracterização Mecânica:

Resistência à compressão simples do concreto  $f_{cc}$ : Para determinar a resistência à compressão simples do concreto, foram moldados corpos de prova cilíndricos de 10,0cm de diâmetro por 20 cm de altura, os quais foram ensaiados nas idades de 3, 7 e 28 dias da data de moldagem, de acordo com o método de ensaio ABNT NBR 5739: 2007.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Caracterização física dos agregados

Os resultados obtidos no ensaio de caracterização do agregado miúdo estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização física do agregado miúdo.

Ensaio	Norma	Valor Obtido
Massa específica	DNER-ME 194:1998	2,61 g/cm <sup>3</sup>
Massa unitária	DNER-ME 152:1995	1,47 kg/m <sup>3</sup>
Equivalente areia	DNER-ME 054:1997	79%.

O valor encontrado para o equivalente de areia indica que 79% da amostra do agregado miúdo é formada

por grãos de areia, e o restante por materiais pulverulentos. A Tabela 2 apresenta a composição granulométrica do agregado miúdo.

Tabela 2: Composição granulométrica do agregado miúdo.

Composição granulométrica (ABNT NBR 7217:1978)			
Peneiras (mm)	Material retido (g)	Porcentagem em massa	
		Retida	Acumulada
2,4	51,1	5,12	5,12
1,2	109,5	10,96	16,08
0,6	273,6	27,40	43,48
0,3	309,6	31,00	74,48
0,15	226,8	22,71	97,19
Fundo	28,1	2,81	100
Soma	998,7	100	-
Módulo de finura			
2,36			

A Figura 1 apresenta a curva granulométrica do agregado miúdo.

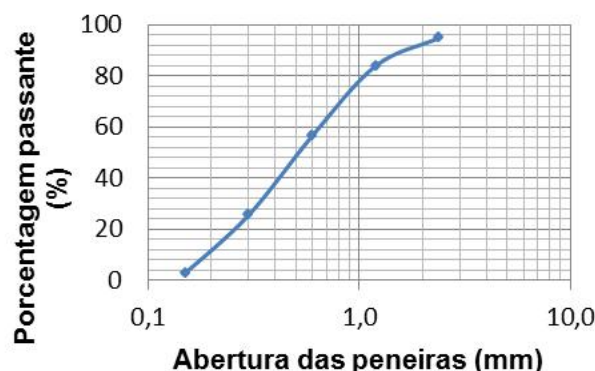


Figura 1: Curva granulométrica do agregado miúdo.

O módulo de finura da areia foi de 2,36. De acordo com Bauer (2008), as areias apresentam as características curvas granulométrica em S. Analizando a curva, pode-se verificar que o agregado em estudo é uma areia de grãos finos e médios. A Tabela 3 apresenta a caracterização física do agregado graúdo em estudo.



Tabela 3: Caracterização física do agregado graúdo.

Ensaio	Norma	Valor Obtido
Massa Específica do Agregado Seco	ABNT NBR NM 53: 2003	2,64 g/cm <sup>3</sup>
Massa Específica do Agregado (SSS)	ABNT NBR NM 53: 2003	2,65 g/cm <sup>3</sup>
Massa Específica Aparente	ABNT NBR NM 53: 2003	2,67 g/cm <sup>3</sup>
Absorção	ABNT NBR NM 53: 2003	0,4%

Segundo CHAGAS (2011), o valor de absorção de agregados de origem granítica é de 0,3%, sendo próximo do valor encontrado 0,4%. De acordo com Bauer (1995) a massa específica para o agregado graúdo tem uma média de 2,7g/m<sup>3</sup>, portando o valor encontrado se aproxima da média. A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos para a composição granulométrica do agregado graúdo utilizado na pesquisa.

Tabela 4: Composição granulométrica do agregado graúdo.

Composição granulométrica (NBR 7217- AGO 1978)			
Peneiras (mm)	Material retido (g)	Porcentagem em massa	
		Retida	Acumulada
19,0	862,4	17,25	17,25
12,5	3185,4	63,71	80,96
9,5	757,1	15,14	96,10
6,3	170,2	3,40	99,5
4,8	14,5	0,29	99,79
Fundo	5	0,10	99,89
Soma	4994,6	99,89	-
Módulo de finura 4,93			

Observando-se a curva granulométrica do agregado graúdo, apresentado na Figura 2, verifica-se que a maior parte da amostra fica retida na peneira de abertura 12,5mm. A parte da amostra passante nesta peneira apresenta diâmetros menores, favorecendo a diminuição de vazios no concreto e aumento de sua resistência.

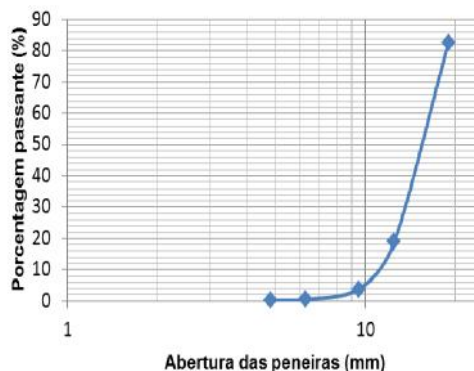


Figura 2: Curva granulométrica do agregado graúdo.

Os resultados obtidos para os ensaios de caracterização física do cimento estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Caracterização física do cimento.

Ensaio	Norma	Valor obtido
Massa específica	DNER-ME 085:1994	2,91 g/cm <sup>3</sup>
Finura	ABNT NBR 11579: 1991	2,84%

De acordo com a ABNT NBR 11578:1991 o valor limite desse ensaio é de 12%, portanto, o resultado obtido atende ao limite especificado.

A massa específica está relacionada com as propriedades do cimento, portanto, havendo variação da massa específica de um cimento, haverá variação nas suas propriedades. A massa específica dos cimentos brasileiros está compreendida no intervalo de 2,90 a 3,20 g/cm<sup>3</sup>, o valor obtido está dentro desse intervalo.



### 3.2 Dosagem do concreto

De acordo com a metodologia apresentada por HELENE E TERZIAN (2001), IPT/EPUSP, e utilizada nesta pesquisa, foi obtido o teor de argamassa de 55%.

Em seguida, foram moldados 6 corpos de prova 10cm x 20cm para cada traço 1:5,0, 1,3,5 e 1:6,5, mostrados na Figura 3.

A Figura 3 apresenta os corpos de prova após desmoldagem.



Figura 3: Corpos de prova após desmoldagem.

A Tabela 6 apresenta os resultados da resistência à compressão simples dos corpos de prova moldados.

Tabela 6: Misturas experimentais.

Traço	1:3,5	1:5,0	1:6,5	
Traço em massa	1:1,48:2,02	1:2,30:2,70	1:3,13:3,37	
Teor de argamassa	55%	55%	55%	
Relação água/cimento	0,46	0,56	0,69	
Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )	2378	2344	2335	
Consumo de cimento (kg/m <sup>3</sup> )	479	357	285	
Abatimento (mm)	80	50	50	
	3 dias	Média	Média	Média
RCS (Mpa)	21,7	21,1	10,9	
	7 dias	26,8	23,6	13,5
	28 dias	35,6	32,5	24,2

Com os dados apresentados na Tabela 6, foi traçado o diagrama de dosagem. A partir do diagrama, obtemos as indicações das proporções e quantificação dos materiais componentes da mistura, a fim de obter um concreto com a resistência desejada. Nesta pesquisa, o traço obtido para a resistência de 30MPa foi 1:5,0 e o teor de argamassa de 55%.

### 3.3 Caracterização mecânica do concreto

Os corpos de prova submetidos ao ensaio de resistência a compressão simples, foram desmoldados após 24 horas da concretagem, postos para cura no tanque com água por períodos de 3,7 e 28 dias.

A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos para os ensaios de resistências à compressão simples  $f_{cc}$  do Concreto de Referência - CR e do Concreto com Resíduo Oleoso - CRO, respectivamente.

Tabela 7: Resistência à compressão simples do Concreto de Referência-CR e do Concreto com Resíduo Oleoso – CRO.

Dias	CR	CRO
	$f_{cc}$ (MPa)	$f_{cc}$ (MPa)
3 dias	20,50	14,00
7 dias	23,78	20,06
28 dias	31,32	26,10

Observando os valores obtidos para resistência a compressão simples nas idades de 3, 7 e 28 dias, do concreto com resíduo oleoso, verifica-se que foram inferiores aos obtidos para o concreto de referência. Aos 28 dias, o concreto com resíduo oleoso apresentou uma resistência de 26,10MPa, equivalente a 5,22 MPa ou 16,7% inferior a resistência obtida para o concreto de referência

A redução média da resistência que foi de 16,7% foi superior à encontrada na



pesquisa de Granzotto (2010), onde verificou-se que ao substituir 5% do agregado miúdo natural por resíduo da borracha de pneu, houve uma perda de aproximadamente 13% da resistência à compressão simples, quando comparada à do concreto de referência.

#### 4. CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos neste trabalho pode-se concluir que:

- O resíduo pode ter atuado como lubrificante na pasta, influenciando no fator a/c e concorrendo para obtenção de um valor inferior de resistência à compressão do concreto, e ainda, prejudicando a aderência entre o agregado e o concreto;

- O concreto com resíduo oleoso apresentou resistência à compressão simples de 26,10Mpa, portanto, apresenta potencial para utilização como material para a fabricação de calçadas, meio-fio, piso de ciclovias e peças pré-fabricadas;

#### 5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo financiamento do projeto e pela concessão da bolsa PIBIC para realização dessa pesquisa.

Ao Professor Titular Dr. Milton Bezerra das Chagas Filho, pela orientação deste trabalho.

A Professora Dra. Ana Maria Duarte Mendonça por todo o seu apoio.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Agência Nacional do Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis (ANP)**, 2010. Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro, INSS 1983–5884.

ARIDE, S. **Uso do resíduo oleoso das atividades de extração de petróleo em**

**manutenção de estradas: um enfoque econômico e ambiental.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67:1998 Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.** Rio de Janeiro, 1998.

\_\_. Agregados – **Determinação da composição granulométrica.** NBR 7217. Rio de Janeiro, Agosto de 1987.

\_\_. Agregados – **Determinação do teor de materiais pulverulentos.** NBR 7219. Rio de Janeiro, Agosto de 1987.

\_\_. Agregados – **Determinação do inchamento de agregado miúdo.** NBR 6467. Rio de Janeiro, Agosto de 1987.

\_\_. Cimento Portland – **Determinação da finura por meio da peneira 75µm.** NBR 11579/1991. Rio de Janeiro, Julho de 1991.

\_\_. Cimento Portland composto. NBR 11578/1991. Rio de Janeiro, Julho de 1991.

\_\_. Concreto e argamassa — **Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos.** NBR 7222. Rio de Janeiro, Março de 2010.

\_\_. Concreto - **Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.** NBR 5739. Rio de Janeiro, Junho de 2007.

BANDEIRA, A. A. S.; **Atenuação de Hidrocarbonetos Totais de Petróleo e Óleo Presentes em Borra de Petróleo Usando Aglomerantes à Base de Cimento e Argila Organofílica,** Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, Universidade Federal de





Campina Grande - UFCG, Campina Grande–PB, 2010.

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de Construção. Volume II.** 5ª Edição. Livros Técnicos e Científicos. Ed., Rio de Janeiro, 2000.

CHAGAS, R.M.P. **Estudo do concreto laterítico dosado com aditivo plastificante à base de lignosulfonato,** 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande.

CORDEIRO, J. F. S. **Estabilização química e Solidificação do resíduo oleoso gerado nas atividades de E & P de petróleo, com solo para o uso em camadas de bases e/ou sub-bases de pavimentos rodoviários,** 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER – ME 085/94: **Agregados – determinação da massa específica real.** Rio de Janeiro, 1994.

\_\_. DNER – ME 194/1998 – **Agregados – determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman.** Rio de Janeiro, 1998.

\_\_. DNER – ME 152/1995 – **Agregado em estado solto – determinação da massa unitária.** Rio de Janeiro, 1995.

\_\_. DNER – ME 054/97 – **Equivalente de areia.** Rio de Janeiro, 1997.

GRANZOTTO, L. **Concreto com adições de borracha: Uma alternativa ecologicamente viável.** Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Maringá, 2010.

HELENE, P.R.L.; TERZIAN, P. **Manual de Dosagem e Controle do Concreto.** PINI Editora. São Paulo, 1993.

LUCENA, L. C. F. L. **Verificação da influência do uso de resíduos industriais como fíler em misturas asfálticas sob o efeito da presença d'água,** 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB.

MAIT, K. , MARCIA, M., ALEKSANDER, M., 2008. Characterization of oily sludge from a waste water treatment plant flocculation-flotation unit in a petroleum refinery and its treatment implications. **J. Mater. Cycles Waste Manage.** 10, 79–86.

SANTOS, C.B. **utilização de resíduos oleosos provenientes das atividades de petróleo para uso em pavimentos rodoviários,** 2010. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande

SEABRA, P. N., GARCIA, R. L. P., NEDER, L. T. C. **Técnicas de tratamento de resíduos sólidos gerados na exploração e produção de petróleo.** Primeiro Seminário Sobre Proteção Ambiental na Exploração e Produção de Petróleo, Rio de Janeiro, Outubro de 2001.