



ESTUDO DAS RESISTÊNCIAS DE CONCRETOS DOSADOS COM RESÍDUO OLEOSO DE PETRÓLEO

Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça¹, Milton Bezerra das Chagas Filho², Taíssa Guedes³, Yane Coutinho Lira⁴, Daniel Beserra Costa⁵

¹Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil –
ana.duartemendonca@gmail.com.br

²Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil –
miltoncf@gmail.com

³Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil –
taissaguedes1@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil –
yane_coutinho@hotmail.com

⁵Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil –
daniel.beserra@gmail.com

RESUMO

As indústrias de produção e exploração de petróleo são responsáveis pela geração de grande quantidade de resíduos oleosos e viscosos. Os resíduos oleosos são gerados não apenas no processo de refino do petróleo, mas também durante a perfuração dos poços, sendo estes produzidos em larga escala e denominados “cascalhos de perfuração”. Por outro lado, o setor da construção civil, além de apresentar as mesmas características, possui um grande potencial para reciclagem de resíduos, inclusive os da indústria petrolífera. A reciclagem de resíduos pela indústria da construção civil vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade seja atenuando o impacto ambiental gerado pelo setor ou reduzindo os custos. Este estudo tem como objetivo avaliar as propriedades mecânicas de concretos dosados com resíduo oleoso de petróleo. Foram realizados ensaios de caracterização física e química do cimento e do resíduo oleoso e caracterização mecânica do concreto, tais como: resistência a compressão simples e resistência a tração por compressão diametral. Observou-se que o resíduo oleoso apresenta massa específica semelhante ao agregado miúdo fino, possuindo percentual de betume de 5,4%, apresentando uma composição química majoritária de óxidos de silício, alumínio, ferro e cálcio. Portanto este resíduo pode ser utilizado em componentes da construção civil, agregando valor ao material e contribuindo para redução do impacto ambiental.

Palavras-chave: resíduo oleoso, caracterização, petróleo.

1. INTRODUÇÃO

As indústrias de produção e exploração de petróleo são responsáveis pela geração de grande quantidade de resíduos oleosos e viscosos. Os resíduos oleosos são gerados não apenas no processo de refino do petróleo, mas

também durante a perfuração dos poços, sendo estes produzidos em larga escala e denominados “cascalhos de perfuração”.

Segundo SANTOS [2010], os resíduos resultantes das operações de perfuração são lamas e cascalhos de perfuração, solos contaminados com óleos, entulhos de construção civil,



vasilhames contaminados, água do processo, sucata metálica e esgotos sanitários.

Durante muitos anos, a maior preocupação com resíduos oleosos gerados pela indústria de petróleo e gás natural concentrou-se apenas na redução do conteúdo de óleo, com o intuito de recuperar a parcela com valor comercial. Ao final dos processos, restavam os resíduos sólidos ou semi-sólidos, conhecidos como “borra oleosa” e “solo contaminado com petróleo”, os quais, por não possuírem valor comercial, eram acumulados em lagoas ou diques, causando infiltrações no solo e contaminação ao meio ambiente [MARTINS,2011].

Porém, nos últimos anos, a conscientização crescente da preservação ambiental e do desenvolvimento sustentável fez com que as indústrias buscassem um destino final mais seguro para esses resíduos por apresentarem em suas composições óleo, metais, sais, fenóis, etc.

As atividades de Exploração e Produção (E&P) do petróleo precisam atender a legislação rigorosa quanto à destinação de seus resíduos no meio ambiente.

O manuseio e disposição final dos resíduos de forma efetiva e responsável são a chave de um Sistema de Gerenciamento de Risco Ambiental na perfuração de poços de petróleo.[...] O eficiente gerenciamento dos resíduos pode reduzir ainda os custos operacionais e potenciais responsabilidades futuras. [FONSECA, 2003; NASCIMENTO, 2013].

Através de investimentos das indústrias petrolíferas e por meio de novas tecnologias, alternativas estão sendo desenvolvidas para transformação dos resíduos provenientes das atividades do petróleo em materiais alternativos com usos diversos na construção civil.

Existem diversas técnicas para o tratamento de resíduos oleosos, contudo, não existe um consenso sobre quais as

melhores do ponto de vista econômico e ambiental [LUCENA et. al, 2009; CÂNDIDO,2013].Uma possibilidade para destinação dos cascalhos é sua utilização como matéria prima alternativa para uso na construção civil.

2. METODOLOGIA

As amostras de cimento e do resíduo oleoso de petróleo foram submetidas a ensaios de caracterização física, e químico-mineralógica, com a finalidade de determinar o seu estado de cominuição, componentes químicos e fases mineralógicas presentes. Foram realizados ensaios de caracterização física dos agregados e caracterização mecânica do concreto

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 o traço 1:5,0. Utilizando-se o resíduo oleoso de petróleo em substituição a 5% do agregado miúdo.

2.1 Caracterização físico-química e mineralógica do cimento e do resíduo oleoso de petróleo.

É a relação entre a massa do agregado seco e seu volume. As determinações de volume são feitas na balança, pela massa de água deslocada pelo agregado no Frasco de Chapman. Absorção é o aumento de massa devido ao preenchimento de seus poros permeáveis por água, expressa em porcentagem de sua massa seca.



Ensaio de finura

É a determinação da porcentagem, em massa, de cimento Portland cujas dimensões de grãos são superiores a 75µm através do método de peneiramento manual de acordo com a norma ABNT NBR 11579:1991.

Análise Química por Fluorescência de Raios X (EDX)

A amostra do material foi seco em estufa a 110°C, e beneficiada em peneira ABNT nº 200(0,074mm) e submetida a análise química por fluorescência de raios X.

Difração de Raios X (DRX)

As análises por DRX foram realizadas em equipamento com a radiação K do Cu (40kV/30mA); a velocidade do goniômetro será de 2°/min e passo de 0,02°.

2.2 Caracterização física dos agregados

Determinação da massa unitária

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 os vazios, e umidade que existem entre os grãos, e determinar sua utilização no traço de concreto. Com essa determinação pode-se ser feito as transformações dos traços de massa pra volume durante o procedimento de dosagem.

Determinação do teor de materiais pulverulentos

Os materiais pulverulentos são partículas minerais que passam na peneira de malha de nº 200 com abertura de 75µm, inclusive os materiais solúveis em água, presente nos agregados. Este ensaio, que tem como objetivo a determinação do teor de materiais pulverulentos nos agregados graúdos destinados ao preparo de concreto, foi realizado de acordo com a norma ABNT NBR 7219:1987.

Equivalente de areia (EA)

Este ensaio determina a porcentagem de areia, e, por conseguinte a parcela de finos, existente no material analisado. 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.

Absorção

É o incremento de massa de um corpo sólido poroso devido à penetração de um líquido em seus poros permeáveis, em relação a sua massa no estado seco. A determinação da absorção dos agregados graúdos foi realizada segundo o método de ensaio ABNT NBR NM 53:2003. Com este valor da absorção pode ser feito o reajuste nos cálculos da relação água/cimento dos traços de concreto.

2.3 Caracterização mecânica do concreto



Resistência a Compressão Simples – RCS

O ensaio de resistência à compressão simples determina as características mecânicas do material. Este ensaio será realizado seguindo as prescrições indicadas pela NBR 12025 (ABNT 1990).

Resistência à Tração - RT

Este tipo de ensaio é comumente utilizado em concretos, solos e misturas asfálticas estimando-a de forma indireta por compressão diametral. O ensaio consiste na aplicação de uma carga de compressão uniformemente distribuída ao longo da geratriz da amostra com a geração de um estado de tensões formado por tensões de tração e de compressão, na região do plano que contem a carga aplicada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do resíduo oleoso

A Tabela 1 apresenta o valor da massa específica real dos grãos para o resíduo oleoso.

Tabela 1: Massa específica real dos grãos do resíduo oleoso.

	Massa Específica Real
Resíduo Oleoso	2,342 g/cm ³

Observa-se que o resíduo oleoso apresenta uma massa específica de 2,34 g/cm³.

Análise Química do resíduo oleoso de petróleo.

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos a partir da análise química do resíduo oleoso.

Tabela 2: Composição química do resíduo oleoso de petróleo.

Resíduo oleoso de petróleo	
Determinações (%)	
SiO ₂	58,43
Al ₂ O ₃	17,06
Fe ₂ O ₃	7,01
CaO	5,73
BaO	3,26
SO ₃	2,52
MgO	2,23
K ₂ O	1,82
TiO ₂	1,60
Outros	0,27

Observa-se que o resíduo oleoso de petróleo é constituído basicamente por: Óxido de Silício (58%), Óxido de Alumínio (17%), Óxido de Ferro (7%), Óxido de Cálcio (5%), óxido de Bário (3%) e baixos teores de Óxidos de Enxofre, Magnésio, Potássio e Titânio.

A composição química obtida para o resíduo oleoso classifica-o como sendo um complexo sílico aluminoso.

Difração de Raio-X do resíduo oleoso de petróleo.

A Figura 1 apresenta o difratograma de raios-X para o resíduo oleoso de petróleo.

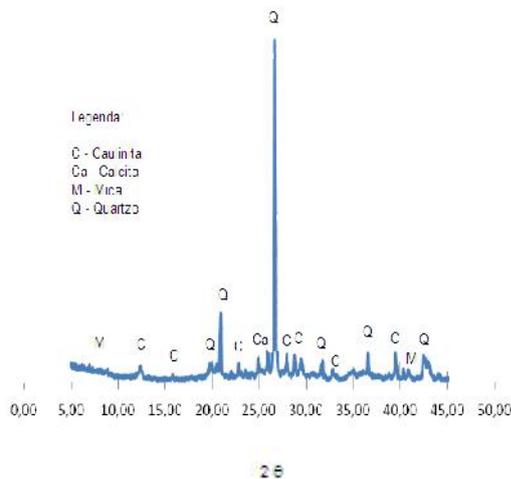


Figura 3: Difratoograma de raios-X do resíduo oleoso de petróleo.

Observa-se na Figura 3, que as fases mineralógicas presentes no resíduo oleoso de petróleo são: quartzo, calcita, mica e caulinita.

Caracterização do cimento

A Tabela 3 apresenta os resultados dos ensaios de caracterização do cimento.

Tabela 3: Caracterização do cimento

Ensaio	Resultados
Massa específica	2,91 g/cm ³
Finura	2,84%

Observa-se que a finura do cimento CII F32, utilizado neste estudo é de 2,84%.

Caracterização física do agregado miúdo

Os resultados obtidos no ensaio de granulometria estão representados na Tabela 3.

Tabela 3: Composição granulométrica do agregado miúdo

Composição granulométrica (ABNT NBR 7217:1987)			
Peneiras (mm)	Material retido (g)	Porcentagem em massa (%)	
		Retida	Acumulada
2,4	51,10	5,12	5,12
1,2	109,50	10,96	16,08
0,6	273,60	27,40	43,48
0,3	309,60	31,00	74,48
0,15	226,80	22,71	97,19
Fundo	28,10	2,81	100,00
Soma	998,70	100,00	-
Módulo de finura:		2,36	

De acordo com a Tabela 3, observa-se que o módulo de finura do agregado miúdo é de 2,36.

A Tabela 4 apresenta os resultados para os ensaios de massa específica, massa unitária e equivalente de areia.

Tabela 4 – Caracterização do agregado miúdo

Ensaio	Valor obtido
Massa específica	2,61g/cm ³
Massa Unitária	1,47g/cm ³
Equivalente de areia	79,00%

Observa-se que a massa específica do agregado miúdo por meio do frasco Chapman de 2,61g/cm³.

Caracterização do agregado graúdo

A Tabela 5 apresenta os resultados da caracterização do agregado graúdo.



Tabela 5: Caracterização física do agregado graúdo

Ensaio	Resultados
Massa Específica do Agregado Seco ABNT NBR NM 53: 2003	2,64g/cm ³
Massa Específica do Agregado na Condição Saturado Superfície Seca ABNT NBR NM 53: 2003	2,65 g/cm ³
Massa Específica Aparente ABNT NBR NM 53: 2003	2,67 g/cm ³
Absorção ABNT NBR NM 53: 2003	0,4%
Finura	4,93

De acordo com a Tabela 5, observa-se que o valor da absorção do agregado é de 0,4%.

Caracterização Mecânica

A Tabela 6, apresenta os resultados de resistência a compressão simples f_{cc} e à tração por compressão diametral $f_{ct,sp}$ do Concreto de Referência-CREF e do concreto contendo Resíduo Oleoso de Petróleo-CROP.

Tabela 6: Resistência à compressão simples f_{cc} e à tração por compressão diametral $f_{ct,sp}$ para o Concreto de Referência-CREF e para o concreto com Resíduo Oleoso de Petróleo-CROP.

DIAS	CREF		CROP	
	f_{cc} (MPa)	$f_{ct,sp}$ (MPa)	f_{cc} (MPa)	$f_{ct,sp}$ (MPa)
3	19,86	2,29	13,53	1,72
7	21,74	2,56	19,88	2,50
28	31,48	2,91	25,65	2,60

Observa-se que o concreto contendo o resíduo oleoso de petróleo

apresentou uma significativa redução na resistência à compressão simples, enquanto a resistência à tração por compressão diametral os resultados obtidos não foram tão divergentes dos valores obtidos para o concreto de referência.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- O resíduo oleoso de petróleo contribui para redução da resistência do concreto, especialmente a resistência a compressão simples;
- A resistência a tração não sofre grande alterações quando da substituição do agregado miúdo pelo resíduo oleoso de petróleo;
- A composição do resíduo possibilita utilizá-lo como matéria-prima alternativa para compor o concreto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CÂNDIDO, TAÍSSA GUEDES, FILHO, M. B. C.; MENDONÇA, A.M.G.D. **Utilização de Resíduo Oleoso da Indústria E&P de Petróleo em Concreto de Cimento Portland**. In: X CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 2013.

FONSECA, M. H. G. P. **Estudo do resíduo oleoso das atividades de exploração e produção de petróleo na manutenção de estradas de terra: enfoque ambiental**, 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

LUCENA, L. C. DE F. L. **Verificação da influência do uso de resíduos industriais como filler em misturas asfálticas sob o efeito de presença d'água**. 2009. Dissertação (Mestrado em



Engenharia Civil). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2009.

MARTINS, Elayne Christian Pereira, FILHO, Milton Bezerra das Chagas. **Análise da utilização de resíduos da indústria de petróleo em pavimentos de asfalto.** In: VIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 2011.

NASCIMENTO, Mauro Henrique Alves; FILHO, Milton Bezerra das Chagas, MENDONÇA, Ana Maria Gonçalves Duarte. **Influência do resíduo oleoso da indústria E&P de petróleo em concreto laterítico.** In: X CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 2013.

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.

DNER – ME 085/1994 – Método: Determinação da Massa Específica.