



ANÁLISE DA COMPATIBILIDADE ENTRE RESÍDUO OLEOSO DA INDÚSTRIA DE E & P DE PETRÓLEO E CIMENTO PORTLAND PARA UTILIZAÇÃO EM CONCRETO

Yane Coutinho Lira¹, Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça², Mauro Henrique Alves Nascimento³, Daniel Beserra Costa⁴, Milton Bezerra das Chagas Filho⁵

¹ Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia de Engenharia Civil – yane_coutinho@hotmail.com

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

³ Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil – maurohanascimento@gmail.com

⁴ Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil – daniel.beserra@gmail.com

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

RESUMO

Novas tecnologias e processos estão intrinsecamente ligados ao desenvolvimento de um país. Porém, trazem consigo geração de resíduos e a problemática de seu descarte. Um dos resíduos que tem sido objeto de pesquisas devido ao seu difícil descarte é o resíduo proveniente da Exploração e Produção (E&P) de petróleo, pois contém metais pesados, óleos e graxas, sendo prejudicial ao meio ambiente. O setor de construção civil, como grande consumidor de materiais, tem sido foco nas pesquisas para a utilização do resíduo oleoso como matéria prima. Um dos possíveis usos para este material é sua inserção no concreto, substituindo uma determinada porcentagem de cimento. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo determinar a compatibilidade entre o resíduo oleoso e o cimento Portland através de caracterização física e química. Foram realizados ensaios de Massa Específica para o resíduo e Finura e Massa Específica para o cimento, além da caracterização química dos compostos. A partir dos resultados observou-se que ambos os materiais possuem como componentes principais os mesmos óxidos. Desta forma, foi possível concluir que o resíduo oleoso e o cimento são compatíveis, podendo ser utilizados na produção de concreto. Contudo, o teor de resíduo oleoso utilizado deve ser limitado, uma vez que o resíduo possui baixa quantidade de óxido de cálcio, que influi diretamente nas características mecânicas do concreto produzido.

Palavras-chave: Resíduo Oleoso, Cimento Portland, Concreto.

ABSTRACT

New Technologies and processes are intrinsically related to the development of a country. However, they bring with them residue generation and disposal issues. One of the residues that has been object of many researches due to its difficult disposal is the residue from the Petroleum Exploration and Production (E&P), because it contains heavy metals, oils and greases, therefore being harmful to the environment. The construction sector, as a major materials consumer, has been focus in the researches to the use of oily residue as raw material. One of the possible uses for this material is its insertion in the concrete,



replacing a percentage of cement. Thus, the present study aimed to determine the compatibility between oily residue Portland cement, through physical and chemical characterization. Fineness and Density tests were performed to the cement and Density test to the oily residue, and both were subjected to chemical characterization. The results showed that both materials have as main components the same oxides. Therefore, it was possible to conclude that the oily residue and cement are compatible and can be used in the production of concrete. However, the oily residue content must be limited, once that the oily residue has in its composition low quantity of calcium oxide, which influences directly in the mechanical characteristics of the concrete produced.

Keywords: Oily Residue, Portland Cement, Concrete.

1. INTRODUÇÃO

Novas tecnologias e processos estão intrinsicamente ligados ao desenvolvimento de um país. Porém, trazem consigo geração de resíduos e a problemática de seu descarte. Para assegurar o desenvolvimento sustentável de um país é necessário, pois, criar métodos ambientalmente corretos para destinar os resíduos gerados.

Um dos resíduos que tem sido foco de pesquisas devido ao seu difícil descarte é o resíduo proveniente da Exploração e Produção (E&P) de petróleo. Este resíduo, chamado cascalho de perfuração, é constituído por fragmentos de rocha impregnados por fluido de perfuração, e contém metais pesados, alta salinidade, óleos e graxas além de elementos que causam alcalinidade [LUCENA et al, 2012], o que torna sua destinação adequada fundamental. A figura 1 mostra uma sonda de perfuração rotativa, método mais empregado para a exploração de petróleo, em atividade na Bahia [PIRES, 2009].



Figura 1: Sonda 108 da Petrobras em operação no Recôncavo Baiano [PIRES, 2009].

As empresas de extração de petróleo veem no resíduo oleoso uma fonte de preocupação constante quanto a sua destinação final, uma vez que, quase sempre, não existem aterros próximos aos locais de exploração. Tal fato acarreta mais custos, tendo em vista as distâncias envolvidas no transporte desse material para aterros disponíveis ou outros tipos de tratamento [ARIDE, 2003]. O resíduo fica disposto temporariamente em diques nas proximidades dos campos de petróleo, muitas vezes sem a impermeabilização da base e um sistema de cobertura adequado, como exposto na Figura 2 [PIRES, 2009], o que pode causar contaminação ambiental. Os tratamentos existentes para este resíduo são caros e não há consenso sobre qual o



melhor em termos econômicos e ambientais [LUCENA et al, 2012]. Além disso, há uma tendência de reduzir este tipo de destinação final em um esforço de converter o resíduo em matéria prima [ARIDE, 2003].



Figura 2: Figura Cascalho de perfuração estocado após processo de perfuração do poço MG – 112, Campo de Miranga, Pojuca – BA [PIRES, 2009].

O setor de construção civil, como grande consumidor de materiais, tem sido foco nas pesquisas para a utilização do resíduo oleoso como matéria prima. Cordeiro [2007 apud SILVA, 2010] sugere a pavimentação como uma alternativa ao reaproveitamento deste material, devido à grande quantidade de solo mobilizada nesta área. Silva [2010] estudou misturas com o resíduo para utilização em base e sub base. Neste trabalho, sugere-se a utilização do resíduo oleoso substituindo porcentagens determinadas de cimento na produção de concreto. Para isso, foram realizados ensaios de caracterização física e química do cimento e resíduo oleoso, objetivando avaliar sua compatibilidade.

2. METODOLOGIA

2.1. Materiais

A seguir estão descritos os materiais utilizados na pesquisa.

- Cimento: CP II F 32 – Cimento Portland;

- Resíduo oleoso de E&P de petróleo: cascalho de perfuração oriundo das atividades de Exploração & Produção de petróleo do município de Carmópolis, Sergipe e São Sebastião do Passé, na Bahia.

2.2. Métodos

A Figura 3 apresenta o fluxograma indicando as etapas da pesquisa.



Figura 3: Fluxograma das etapas da pesquisa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização Física

- Cimento

Para o cimento Portland foram realizados os ensaios de finura, seguindo os procedimentos indicados na norma ABNT MB 3432:1991, e de massa



específica, em conformidade com a norma ABNT NBR NM 23: 2001. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização física do cimento

Ensaio	Norma	Valor Obtido
Finura	ABNT MB 3432:1991	2,84%
Massa Específica	ABNT NBR NM 23: 2001	2,91 g/cm ³

De acordo com o resultado apresentado na Tabela 1, verifica-se que o cimento apresenta finura de 2,84%. O valor obtido atende às especificações estabelecidas pela norma ABNT NBR 5732:1991, que é de no máximo 12%.

O aumento da finura melhora a resistência, particularmente as resistências nas primeiras idades, diminui a exsudação e outros tipos de segregação, aumenta a impermeabilidade, a trabalhabilidade e a coesão dos concretos e diminui a expansão em autoclave [BAUER, 2011], de modo que é importante sua determinação para avaliar concretos que venham a ser produzidos e inferir sua influência a partir dos resultados obtidos nos ensaios.

A massa específica está relacionada com as propriedades do cimento. Desta forma, havendo variação da massa específica de um cimento, haverá variação nas suas propriedades. O valor de 2,91 g/cm³ obtido no ensaio está de acordo com a massa específica dos cimentos brasileiros, que está compreendida no intervalo de 2,90 a 3,20 g/cm³.

• Resíduo Oleoso

Para o resíduo oleoso proveniente da exploração de petróleo foi realizado o ensaio para a determinação da massa específica utilizando o Frasco Volumétrico de Le Chatelier, seguindo o procedimento descrito pela norma ABNT NBR NM 23: 2001, cujo resultado está exposto na Tabela 2.

Tabela 2: Resultado do ensaio realizado com o resíduo oleoso

Ensaio	Norma	Valor Obtido
Massa Específica	ABNT NBR NM 23: 2001	2,34 g/cm ³

A massa específica do resíduo oleoso obtida no ensaio se enquadra no observado por Page et al. [2003 apud PIRES, 2009] de que o peso específico normalmente obtido para cascalho de perfuração varia entre 13 KN/m³ e 27 KN/m³.

3.2. Caracterização Química

A Tabela 3 apresenta os resultados da análise química do resíduo oleoso.

Tabela 3: Análise Química do Resíduo Oleoso

Componente	Porcentagem (%)
SiO ₂ (óxido de silício)	58,44
Al ₂ O ₃ (óxido de alumínio)	17,06
Fe ₂ O ₃ (óxido de ferro)	7,016
CaO (óxido de	5,733



cálcio)	
BaO (óxido de bário)	3,260
SO ₃ (trióxido de enxofre)	2,525
MgO (óxido de magnésio)	2,239
K ₂ O (óxido de potássio)	1,824
TiO ₂ (óxido de titânio)	1,609
SrO (óxido de estrôncio)	0,119
MnO (óxido de manganês II)	0,107
ZrO ₂ (óxido de zircônio)	0,035
ZnO (óxido de zinco)	0,026
Rb ₂ O (óxido de rubídio)	0,007
C (carbono)	0,000

MgO (óxido de magnésio)	2,40
K ₂ O (óxido de potássio)	1,51
Resíduo Insolúvel (RI)	0,58

O cimento possui como principais constituintes o óxido de cálcio, sílica, óxido de alumínio e óxido de ferro, cuja quantidade influi diretamente nas características do concreto produzido. Tais óxidos são os constituintes dos principais compostos do cimento, quais sejam Silicato Dicálcico (2CaO.SiO₂), Silicato Tricálcico (3CaO.SiO₂), Aluminato Tricálcico (3CaO.Al₂O₃) e Aluminato Tetracálcico (4CaO.Al₂O₃.FeO₃). Os silicatos são os principais responsáveis pelas características mecânicas medidas na pasta de cimento [MEHTA & MONTEIRO, 1994 apud DAFICO, 2012].

Observa-se que o resíduo oleoso analisado apresenta grande quantidade de sílica (SiO₂) e óxido de alumínio, assim como óxido de ferro e óxido de cálcio. Desta forma, pode-se classificá-lo como um complexo sílico-aluminoso.

A Tabela 4 apresenta os resultados da análise química do cimento, obtidos por Souza [2007].

Tabela 4: Análise Química do Cimento

Componente	Porcentagem (%)
Perda ao Fogo	4,80
SiO ₂ (Dióxido de silício)	29,22
Al ₂ O ₃ (óxido de alumínio)	12,69
Fe ₂ O ₃ (óxido de ferro)	2,32
CaO (óxido de cálcio)	44,80
Na ₂ O (óxido de sódio)	0,68

Comparando as quantidades de componentes presentes nos dois materiais, percebe-se que os quatro principais compostos do cimento, Cal (CaO), Sílica (SiO₂), Óxido de Alumínio e Óxido de Ferro, também são os principais na constituição do resíduo oleoso, com modificações nas porcentagens. O Trióxido de enxofre encontra-se abaixo do limite máximo recomendado de 3% [PETRUCCI, 1978], que pode ocasionar a formação de sulfoaluminato. O óxido de potássio, que constitui, junto com o óxido de sódio, os denominados álcalis [BAUER, 2011], tem quantidade semelhante em ambos os materiais, assim como o Óxido de Magnésio.

Observa-se também a baixa quantidade de óxido de cálcio no resíduo oleoso, quando comparado ao cimento. Enquanto o resíduo possui 5,733% de óxido de cálcio, o cimento possui 44,80%. Desta forma, a utilização do resíduo substituindo o cimento da produção de concreto se vê limitada, uma vez que o



óxido de cálcio, como constituinte dos principais compostos do cimento, agiria como fator limitante, influenciando diretamente nas características do concreto produzido. Deve-se, pois, encontrar o teor ideal de resíduo na substituição do cimento para que não haja comprometimento das características da pasta confeccionada.

4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que o cimento e o resíduo oleoso possuem composição química similar, tendo os mesmos componentes principais, porém em proporções diferenciadas. Através da análise química, os materiais mostraram-se compatíveis, tendo como constituintes principais os mesmos compostos e podendo ser utilizados na produção de concreto. Todavia, para este propósito, a quantidade de resíduo oleoso utilizada em substituição ao cimento deve ser limitada, devido há baixa quantidade de óxido de cálcio presente, que influi diretamente na resistência do concreto produzido.

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela bolsa concedida.

Ao Departamento de Engenharia Civil – CTRN – UFCG pela oportunidade de realização da pesquisa de Iniciação Científica.

Ao Professor Titular Dr. Milton Bezerra das Chagas Filho, pela orientação e apoio.

À Professora Ph.D. Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça, pelo apoio, suporte e amizade.

Aos meus amigos, que me ajudaram no desenvolvimento da pesquisa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT).

_____. **Cimento Portland – Cimento Portland Comum.**_NBR 5732. Rio de Janeiro. 1991.

_____. **Cimento Portland – Determinação da Finura por meio da peneira 75µm (nº 200).**_ MB 3432. Rio de Janeiro. 1991.

_____. **Cimento Portland e outros materias em pó – Determinação da massa específica.**_NM 23. Rio de Janeiro. 2001.

ARIDE, S. **Uso do resíduo oleoso das atividades de extração de petróleo em manutenção de estradas: um enfoque econômico e ambiental.** 2003. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo.

BAUER, L.A. Falcão. **Materiais de Construção.** LTC. 5ª Edição Revisada. Rio de Janeiro, 2011.

DAFICO, D. A. **Básico da Química do Cimento Portland.** 2012. Disponível em: <<http://professor.ucg.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/4445/material/BASICO%20DA%20QUIMICA%20DO%20CIMENTO%20PORTLAND.pdf>> [Acesso: 26 de março de 2015].



LUCENA, A; RODRIGUES, J. K.; FERREIRA, H; LUCENA, L. C.; LUCENA, L. **Caracterização Térmica de Resíduos de Perfuração “Onshore”**. 4º PDPETRO, 2007.

SILVA, Y.; SANTOS, C.; LUCENA, A. **Estabilização/Solidificação de um resíduo da indústria de petróleo para uso em pavimentos rodoviários**. VII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande, 2010.

SOUZA, J. **Estudo de durabilidade de concretos e argamassas através de RAA em agregados convencionais da região de Campina Grande e alternativos em concreções lateríticas Sapé-PB e Jacumã-PB**. Dissertação de Mestrado, 2007. Universidade Federal de Campina Grande, 2007.

PIRES, Patrício José Moreira. **Utilização de Cascalho de Perfuração de Poços de Petróleo para a Produção de Cerâmica Vermelha**. Tese de Doutorado, 2009. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-RIO.