

ANÁLISE DA MICROESTRUTURA DO CONCRETO INCORPORADO COM RESÍDUO OLEOSO DE PETRÓLEO

Valter Ferreira de Sousa Neto (1); Mila Thais Rezende e Silva (1); Priscila Maria Sousa Gonçalves Luz (2); Maria Luísa Ramalho de Araújo (3); Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça (4)

Universidade Federal de Campina Grande, valterneto51@gmail.com

Universidade Federal de Campina Grande, mila.rezende@outlook.com

Universidade Federal de Campina Grande, priscilaluz55@gmail.com

Universidade Federal de Campina Grande, maria_luiza_ramalho@hotmail.com

Universidade Federal de Campina Grande, ana.duartemendonca@gmail.com

Resumo: A seleção de um determinado material para integrar um novo produto é uma tarefa dinâmica e os princípios que a controlam são constantemente alterados à medida que novos materiais são também continuamente concebidos, bem como os requisitos técnicos e econômicos podem ser mudados. Um material, ao ser selecionado para integrar um produto, exhibe um conjunto de propriedades que são resultantes da estrutura interna do mesmo. É crescente o interesse pela área de análise e caracterização de materiais devido à necessidade de seleção adequada do material baseado no desempenho do sistema em estudo. Dependendo das solicitações a que o material ou sistema será submetido, a caracterização poderá abranger a avaliação de propriedades mecânicas, elétricas, bioatividade, imunogenicidade, eletrônicas, magnéticas, ópticas, químicas, térmicas e até mesmos a combinação de duas ou mais destas propriedades. Os resíduos oleosos do petróleo gerados nas operações de perfuração e produção incluem: fluidos de perfuração; óleo cru; produtos químicos; filtros usados; areia produzida; água produzida contaminada com hidrocarbonetos; borras de separadores de água-óleo-gás; resíduos de desidratação; fluidos hidráulicos e lubrificantes, dentre outros, cuja destinação gera grandes problemas econômicos e ambientais. Este trabalho tem como objetivo analisar a microestrutura do concreto incorporado com resíduo oleoso de petróleo. Foram selecionadas amostras de 1cm x 1cm e submetidas a ensaio de microscopia eletrônica de varredura, objetivando verificar o arranjo interno dos componentes do concreto. Verificou-se a existência de uma estrutura densa com presença de poucos poros e, impurezas e partículas intrusas na matriz.

Palavra chave: microestrutura, compósitos, resíduos.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente um dos temas que mais vem ganhando destaque na comunidade científica é o de desenvolvimento sustentável, isso porque, durante anos o meio ambiente sofreu com os impactos causados pelas atividades antrópicas em busca de avanços em diversos setores.

Um dos setores de maior evidência em crescimento é o industrial onde, suas atividades geram grandes quantidades de resíduos que, muitas vezes, são dispostos de maneira incorreta no meio ambiente. Uma das atividades que produz grandes impactos é a do setor de exploração de petróleo, já que é utilizado para o processo de geração de energia, assim como, principal matéria prima de diversos produtos.

No processo de E&P é gerado grande quantidade de resíduo, o chamado “cascalho de perfuração”, que segundo (FONSECA, 2003), o resíduo oleoso de petróleo é classificado como Resíduo Classe I, ou seja, tóxico e perigoso. 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).

O setor da construção civil tem sido alvo das mais diversas incorporações de materiais gerados nos diversos processos industriais. Evidentemente que, com a substituição de matérias primas não renováveis por resíduos que até então eram descartados, proporcionará um impacto positivo na redução da degradação do meio ambiente.

Segundo Mehta (1994), a grande utilização do concreto deve-se a vários fatores sendo o primeiro deles, o de possuir ótima resistência à água, diferentemente de materiais como a madeira e o aço comum, outro fator é a facilidade de execução de elementos estruturais, ou não, com variedade de formas e tamanhos graças à consistência plástica do concreto fresco, assim como o fator econômico, possuindo excelente relação custo benefício.

Uma caracterização microestrutural desejável envolve a determinação da estrutura cristalina, composição química, quantidade, tamanho, forma e distribuição das fases. A determinação da natureza, densidade e distribuição dos defeitos cristalinos também é em muitos casos necessária. Além disso, a orientação preferencial das fases (textura e microtextura) e suas diferenças de orientação também têm estreita relação com o comportamento mecânico dos materiais. Os constituintes presentes na microestrutura dos materiais apresentam estruturas diferenciadas e exigem um número diversificado de técnicas

para a sua análise e compreensão.

É crescente o interesse pela área de análise e caracterização de materiais devido à necessidade de seleção adequada do material baseado no desempenho do sistema em estudo. Dependendo das solicitações a que o material ou sistema será submetido, a caracterização poderá abranger a avaliação de propriedades mecânicas, elétricas, bioatividade, imunogenicidade, eletrônicas, magnéticas, ópticas, químicas, térmicas e até mesmos a combinação de duas ou mais destas propriedades.

A caracterização de um material descreve os aspectos de composição e estrutura (incluindo defeitos), dentro de um contexto de relevância para um processo, produto ou propriedade em "particular" e visa principalmente estimar o desempenho no período de "vida útil" do material, minimizando a possibilidade de degradação e falhas indesejáveis durante a utilização do produto.

Assim, este trabalho tem como objetivo analisar a microestrutura do concreto incorporado com resíduo oleoso de petróleo. Tendo em vista que a viabilização da utilização desse resíduo na construção civil pode agregar valor econômico ao material e mitigar os impactos causados pela disposição incorreta do resíduo no meio ambiente.

A utilização de matérias-primas alternativas em obras civis é uma opção a ser considerada, pois, alguns materiais apresentam características similares às matérias-primas convencionais, oferecendo alguns benefícios como a redução do consumo de energia, e ainda minimizaria o efeito da migração de alguns componentes tóxicos de sua constituição para o lençol freático e os solos que tornando-se assim, uma prática ambientalmente adequada.

A produção e transformação de materiais em produtos finais podem ser consideradas como uma das atividades mais importantes de uma economia moderna, principalmente quando a mesma está inserida em conceitos de globalização (CALLISTER Jr, 2000). Na concepção e fabricação de um novo produto manufaturado, a etapa associada à seleção apropriada dos materiais que o constituirão e ao planejamento do processo de fabricação a ser empregado é fundamental. Esta etapa está associada a fatores como o ambiente de operação, os níveis de solicitação mecânica presentes, as temperaturas de trabalho ou ainda, a necessidade de obter-se um produto com custos reduzidos (CALLISTER Jr, 2000).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

▪ **Cimento Portland CP V ARI:** O cimento Portland foi obtido no comércio local do município de Pombal-PB, com massa específica de $3,10\text{g/cm}^3$ e finura de 1,40%.

▪ **Agregado graúdo:** Brita de origem granítica com módulo de finura de 6,19, diâmetro máximo de 6,33mm, massa específica do agregado seco de $2,63\text{ g/cm}^3$ e absorção de 0,66%.

▪ **Agregado miúdo:** areia quartzosa extraída do leito do Rio Paraíba, apresentando módulo de finura de 2,42, diâmetro máximo de 2,36mm, massa específica igual a $2,618\text{g/cm}^3$, massa unitária no estado solto igual a $1,429\text{g/cm}^3$ e teor de materiais pulverulentos de 0,07%.

Resíduo oleoso de petróleo: 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. Apresentando as fases mineralógicas: quartzo, calcita, mica e caulinita, e, massa específica igual a $2,342\text{ g/cm}^3$.

▪ **Água:** a água utilizada é própria para consumo humano, fornecida pela Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba – CAGEPA.

2.2 Métodos

A Figura 1 apresenta o fluxograma com as etapas da pesquisa.

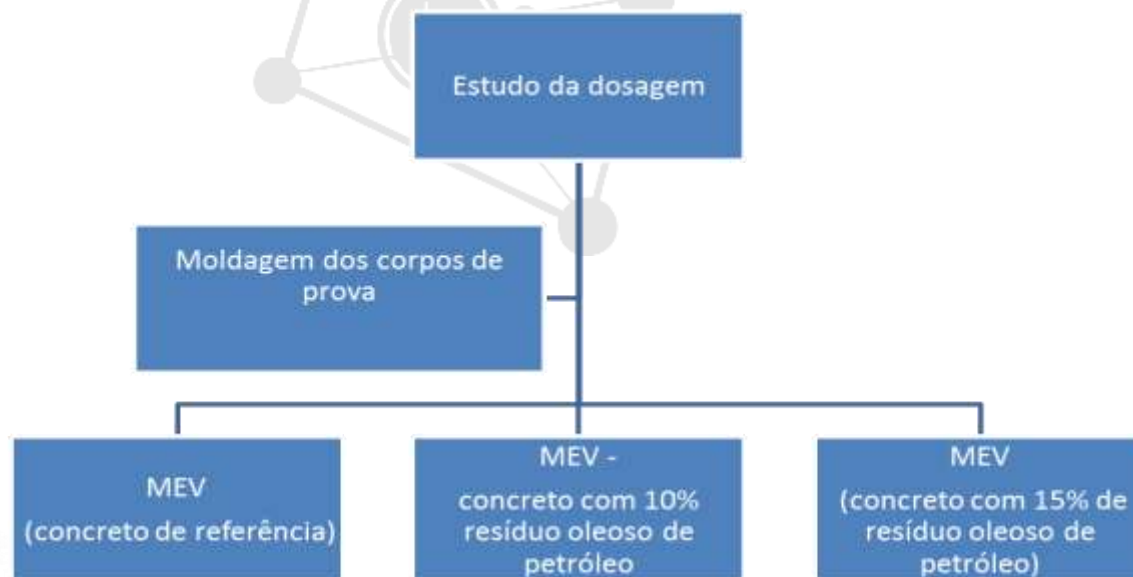


Figura 1 – Fluxograma das etapas da pesquisa.

Estudo da Dosagem

A dosagem dos materiais foi realizada de acordo com a metodologia estabelecida pela ABCP – Associação brasileira de Cimento Portland, e, conforme as seguintes etapas: Na primeira etapa foi determinado o traço. Na segunda etapa determinou-se os teores de substituição e idades de controle. .

Moldagem dos corpos de prova de concreto

Foram moldados corpos de prova cilíndricos com substituição parcial do cimento por resíduo oleoso de petróleo nos seguintes percentuais: 10% e 15%, com dimensões de 10cmx20cm, utilizando-se o traço 1:5.

Para realização das micrografias dos corpos de prova foram retiradas amostras nas dimensões de 1,0 cm x 1,0 cm por 0,5 cm de espessura.

Caracterização microestrutural do concreto incorporado com Resíduo oleoso de petróleo

Para a análise microestrutural realizou-se a microscopia eletrônica de varredura-MEV. Algumas amostras foram ensaiadas no laboratório Institucional da Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN- Natal. O equipamento é o Modelo XL 30 - ESEM-2001 PHILIPS. A voltagem da energia de emissão para o feixe de elétrons que incide sobre a amostra varia de 0,5 KVA até 30KVA. As amostras tinham dimensões de 1,0 cm x 1,0 cm por 0,5 cm de espessura. Foram preparadas com serra diamantada no Centro Gemológico do Nordeste do Departamento de Mineração e Geologia da UFCG em Campina Grande. Para o corte foi utilizada serra diamantada de baixa rotação. As amostras antes do ensaio foram cobertas com uma fina camada de ouro cuja função é eliminar acúmulo de elétrons na superfície.

As imagens obtidas no MEV foram a detector retroespalhado BSE e em detector secundário, SE. A distância de trabalho -WD foi de 9,8 mm do detector de elétrons.

A técnica de microscopia eletrônica de varredura - MEV- citada na literatura está baseada em imagens da estrutura do material sob investigação que é formada usando feixes de elétrons em lugar de radiação de luz-sistema ótico.

Com base na mecânica quântica, os elétrons a alta velocidade tornam-se como uma onda, com comprimento de onda inversamente proporcional a sua velocidade. Quando acelerado através de grandes voltagens, os elétrons podem ter comprimento de onda da ordem de 0,003 nm. As grandes ampliações e o poder de resolução desses microscópios são consequência de pequenos comprimentos de onda dos feixes de elétrons. A superfície da amostra é varrida por um feixe de elétrons e esta interação produz a imagem por reflexão. Este feixe refletido ou retroespalhado é coletado pelos detectores, sendo então mostrados em um tubo de raios catódicos, a exemplo de uma tela de um televisor. A imagem que aparece na tela pode ser fotografada e representa a superfície característica da amostra. A nitidez da imagem depende do grau de polimento de sua superfície. A existência de equipamentos acessórios-EDS-espectrometria de dispersão de energia permite que se obtenha análise qualitativa e semiquantitativa da composição de elementos das áreas superficiais muito localizadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 apresenta a micrografia obtida para o concreto de referência.



Figura 2 – Micrografia (ampliação em 5000x) obtida para o concreto de referencia.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se verificar que o concreto de referência apresenta uma superfície densa e homogênea, com presença de poucos poros, indicando que as matérias-primas utilizadas apresentaram uma boa aderência a pasta de cimento, resultando em uma microestrutura compacta com reduzido índice de vazios.

A Figura 3 apresenta a micrografia do concreto com 10% de resíduo oleoso de petróleo.

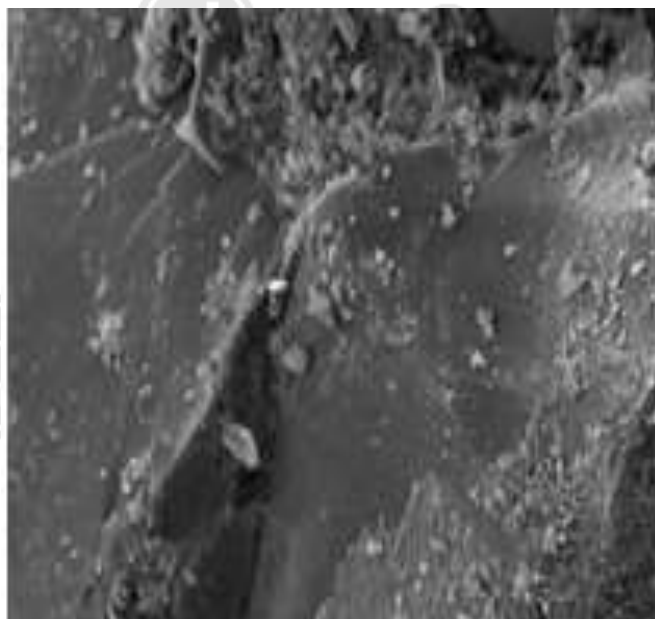


Figura 3 - Micrografia (ampliação em 5000x) do concreto com 10% de resíduo oleoso de petróleo.

De acordo com os resultados obtidos para o concreto contendo 10% de resíduo oleoso de petróleo em substituição ao cimento Portland (CP V ARI), observa-se uma estrutura densa, um pouco heterogênea e com algumas irregularidades, podendo indicar a falta de interação química entre os componentes utilizados na dosagem do concreto. Provavelmente, indicando que o resíduo oleoso de petróleo influenciou nas reações de hidratação do cimento ou não possibilitou uma perfeita aderência com a pasta de cimento, o que resultou em um arranjo interno com imperfeições, gerando uma estrutura com irregularidades e índices de vazios superiores ao obtido para o concreto de referência, indicando que este resíduo não contribuiu para o ganho de resistência do concreto.

Desta forma, pode-se inferir que concretos produzidos com 10% de resíduo oleoso de petróleo apresentam uma absorção de água superior a obtida para o concreto de referência, devido a sua estrutura apresentar um maior índice de

vazios o que contribui para uma maior absorção de água e conseqüentemente uma redução da resistência visto que estruturas com maior porosidade tendem a apresentar maior tendência a fissuração, ao aparecimento de trincas, etc.

A Figura 4 apresenta a micrografia do concreto contendo 15% de resíduo oleoso de petróleo.

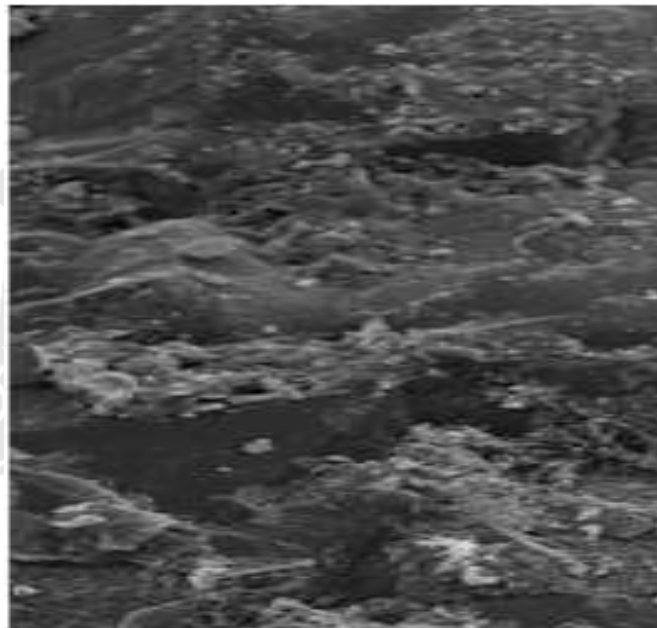


Figura 4 - Micrografia (ampliação em 5000x) do concreto com 15% de resíduo oleoso de petróleo.

De acordo com os resultados obtidos na Figura 3, verifica-se uma superfície ligeiramente rugosa e irregular, com partículas dispersas na matriz que podem ser representativas do resíduo oleoso de petróleo que não reagiu com a pasta de cimento. Corroborando os resultados verificados na Figura 3, indicando que o resíduo oleoso de petróleo não está contribuindo de forma significativa para uma boa interação química entre os componentes do concreto, gerando poros e apresentando partículas intrusas na matriz que não reagiram com a pasta de cimento.

Observa-se portanto que quanto maior o teor de incorporação de resíduo oleoso de petróleo maior será a desordem na estrutura interna do concreto, e assim, quando da avaliação da resistência será verificado que esta apresentará resultados inferiores aos obtidos para o concreto de referencia. Assim, o estudo da microestrutura permite visualizar o seu arranjo interno e o comportamento das partículas do material que a compõe, e como estas podem interferir nas propriedades físicas e mecânicas.

4. CONCLUSÕES

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

Caracterizar um material, consiste em analisar o seu comportamento no tocante as suas partículas sub-atômicas, aos seus átomos, aos seus arranjos atômicos e, finalmente, ao nível macroscópico, apresentando assim, dados sobre suas características básicas e também sobre o processamento até o momento de ser empregado. As microestruturas do concreto produzido com teores de 10% e 15% de resíduo oleoso de petróleo em substituição ao cimento apresentaram-se distinta da microestrutura obtida para o concreto de referencia, este fato deve-se provavelmente a insuficiência de interação química entre o resíduo oleoso de petróleo e a matriz cimentícia, ocasionando modificações na estrutura interna do concreto, o que pode resultar no aumento do numero de poros e redução da resistência do concreto, gerando estruturas densas com irregularidades e presença de poucos poros e, impurezas e partículas intrusas na matriz.

5. REFERÊNCIAS

- 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.
- 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.
- MEHTA, Povindar Kumar. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais/P.** Kumar Mehta, Paulo J.M. Monteiro. Editora Pini. São Paulo, 1994.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - Concreto – Determinação da Consistência pelo Abatimento do Tronco de Cone. **NBR 67.** Rio de Janeiro, 1998.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - Agregados – Determinação da composição granulométrica. **NBR 7217**. Rio de Janeiro, 1987.

DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - Agregados – determinação da massa específica real. **ME 085**. Rio de Janeiro, 1994

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - Cimento Portland – Determinação da finura por meio da peneira 75 μ m. **NBR 11579**. Rio de Janeiro, 1991.

