

INVESTIGAÇÃO DA MICROESTRUTURA DO CONCRETO SECO PRODUZIDO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND POR RESÍDUO DE PETRÓLEO EM PÓ

Loredanna Melyssa Costa de Sousa (1); Valter Ferreira de Sousa Neto (1); Maria Aline Matias (2); Camila Gonçalves Luz Nunes (3); Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça (4)

Universidade Federal de Campina Grande, loredanna.mcs@gmail.com

Universidade Federal de Campina Grande, valterneto51@gmail.com

Universidade Federal de Campina Grande, mariaalinnematias@hotmail.com

Universidade Federal de Campina Grande, camilanunes.engcivil@hotmail.com

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

Resumo: Nos últimos anos, diversos tipos de insumos têm surgido com possibilidade de serem incorporados à construção civil devido à similaridade desses produtos com as matérias-primas naturais. Os resíduos gerados pela atividade petrolífera tiveram aumento de volume devido ao crescimento de tal atividade. Portanto a incorporação do resíduo de petróleo em pó ao concreto possibilita substancial redução de descarte deste resíduo. O bloco estrutural, também conhecido como alvenaria estrutural, é um dos materiais mais antigos e usados nas construções. Estes oferecem a redução do consumo de matérias primas convencionais e também de mão de obra já que a execução é rápida e planejada. O presente trabalho investigou a microestrutura do concreto seco produzido com substituição do cimento por resíduo de petróleo de pó. Foram retiradas amostras de 1cm x 1cm para o concreto de referência e para o concreto com substituição do cimento por 10%, 15% e 20% de resíduo de petróleo em pó, estas submetidas a ensaio em microscópio eletrônico de varredura, objetivando analisar o comportamento do resíduo na estrutura interna do concreto. Observou-se que o concreto com substituição do cimento por resíduo de petróleo em pó apresentou estrutura com maior índice de vazios, volume de poros mais evidentes, estrutura heterogênea e presença de partículas dispersas na matriz.

Palavras-chave: propriedades, compósito, material alternativo.

1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com as questões ambientais, desgaste do meio ambiente, faz surgir diversas políticas e ações voltadas para o combate das

fontes geradoras. Com isso o estudo de novas tecnologias para o reaproveitamento de resíduos tem se intensificado, sendo desenvolvidos novos produtos e diminuindo assim a necessidade do descarte de tais resíduos. A atividade de exploração e produção marítima de petróleo no Brasil cresceu substancialmente na última década em função da abertura do mercado interno a empresas estrangeiras. Esta atividade, por ser considerada de alto impacto no ambiente, é regulamentada ambientalmente por um licenciamento específico em âmbito federal, que estabelece a implementação de programas ambientais, entre eles um rigoroso projeto de controle da poluição cujo escopo abrange o controle de despejo de efluentes, lançamento de emissões e descarte de resíduos (SANTOS, 2013).

O crescimento de tal atividade trouxe consigo uma maior geração de resíduos, sendo um deles objeto desse estudo, o resíduo oleoso de petróleo (ROP). Os resíduos contaminados, que tem como destino as empresas fabricantes de cimento, não são destinados imediatamente após o processo de desembarque realizado nas bases de apoio. São enviados para empresas que processam estes resíduos, uniformizando-os, compactando-os, encapsulando-os e posteriormente armazenando-os, até que haja disponibilidade por parte da empresa cimenteira, em receber esse material para a utilização em fornos de clínquer (SANTOS, 2013).

O crescente aumento populacional das áreas urbanas nas últimas décadas gera uma demanda por moradias e infraestrutura urbana que, por sua vez, colabora com o crescimento da indústria da construção civil. A indústria da Construção Civil busca de maneira constante e insistente, materiais alternativos ecologicamente corretos, que venham atender as condições de redução de custos, agilidade de execução e durabilidade (MACEDO et al, 2011).

A maioria dos problemas ambientais causados pelo homem decorre do uso inadequado do meio ambiente. No processo de obtenção dos recursos naturais necessário para a produção de bens de consumo e serviços tem-se a geração de resíduos, os quais não estão mais sendo absorvidos por esse meio. Nos primórdios da humanidade, a população era pequena e o meio ambiente compensava os impactos sofridos por tal agressão, sendo assim, não ocorriam desequilíbrios ambientais significativos. Entretanto, o cenário atual destaca-se pelo consumo exagerado, principalmente nas últimas décadas, seja pelo próprio crescimento da população, pelos avanços da ciência e/ou expansão da indústria (RODRIGUES, 2009).

Do ponto de vista do desenvolvimento sustentável, a reciclagem de resíduos e subprodutos industriais junto à construção civil apresenta-se como

uma opção de grande potencial. Isso se deve ao fato do setor consumir grandes quantidades de materiais e por estar presentes em todas as regiões do país.

A principal função de uma análise microestrutural através do microscópio eletrônico de varredura é possibilitar a verificação do comportamento dos materiais e arranjo interno das suas partículas.

Um microscópio eletrônico de varredura (MEV) é um aparelho que pode fornecer rapidamente informações sobre a morfologia e identificação de elementos químicos de uma amostra sólida. Sua utilização é comum em biologia, odontologia, farmácia, engenharia, química, metalurgia, física, medicina e geologia. É um dos mais versáteis instrumentos disponíveis para a observação e análise de características microestruturais de objetos sólidos (NAGATANI et al. 1987 apud MACHADO et. al., 2009).

Este trabalho tem como objetivo investigar a microestrutura de concretos secos produzidos com substituição do cimento Portland por resíduo de petróleo em pó.

2. MATERIAIS E METODOS

2.1 Materiais

Os materiais utilizados neste estudo foram:

- Cimento Portland CPV-ARI: o cimento Portland foi obtido no comércio local do município de Santa Rita-PB, apresentando massa específica igual a $3,10 \text{ g/cm}^3$ e finura igual a 1,40%;
- Agregado graúdo: brita de origem granítica, apresentando diâmetro máximo padronizado para brita 0, apresentando massa específica seca de $2,63 \text{ g/cm}^3$, massa específica na condição sss de $2,64 \text{ g/cm}^3$, massa específica aparente igual a $2,67 \text{ g/cm}^3$, finura de 6,19 e diâmetro máximo 6,3mm. O pó de pedra utilizado obteve módulo de finura de 4,8 e diâmetro máximo 2,83mm, teve o objetivo de reduzir o índice de vazios entre grãos e agregados, deixando a estrutura mais compacta e com menos poros;
- Agregado miúdo: o agregado miúdo, utilizado na pesquisa, foi do tipo natural proveniente de jazida do leito do Rio Paraíba, apresentando diâmetro máximo de 2,36mm, finura igual a 2,42%, massa específica de $2,618 \text{ g/cm}^3$,

massa unitária solta igual a $1,429\text{g/cm}^3$, e teor de materiais pulverulentos de 0,07%;

- Resíduo Oleoso de Petróleo: O resíduo de petróleo em pó é proveniente de tanques de decantação de resíduos, após os processos de extração de compostos importantes comercialmente. Apresenta massa específica de $2,344\text{g/cm}^3$, porcentagem de betume de 5%, umidade higroscópica de 22,35%, com composição química majoritária de 58,4% de SiO_2 , 17% de Al_2O_3 e 7% de Fe_2O_3 . Apresenta granulometria com comportamento monomodal, com diâmetro médio de $13,28\ \mu\text{m}$, D10 de $1,28\ \mu\text{m}$, D50 de $9,58\ \mu\text{m}$ e D90 de $30,37\ \mu\text{m}$ e as fases mineralógicas são: quartzo, calcita, mica e caulinita.

- Água: fornecida pela Companhia de Águas e Esgoto da Paraíba (CAGEPA).

2.2 Metodologia

A Figura 1 ilustra o Fluxograma das etapas da pesquisa.

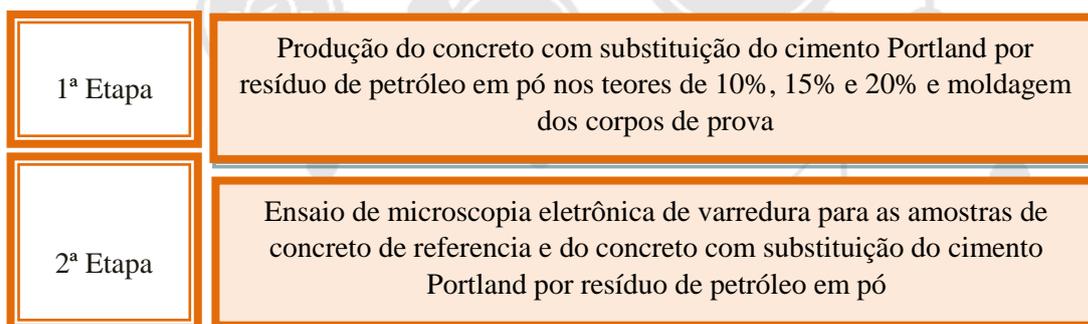


Figura 1 - Fluxograma das etapas da pesquisa

2.2.1 Produção do concreto e moldagem dos corpos de prova

Utilizou-se o traço 1;2,5:1:1,5 e foram produzidos corpos de prova de referência e corpos de prova com substituição do cimento Portland por resíduo de petróleo em pó nos teores de 10%, 15% e 20%. Após 28 dias de controle foram retiradas amostras nas dimensões de 1 cm x 1 cm e submetidas ao ensaio de microscopia eletrônica de varredura.

2.2.2 Ensaio de microscopia eletrônica de varredura

O método de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) permite a observação e a caracterização de materiais orgânicos e inorgânicos heterogêneos em uma escala micrométrica. O MEV oferece uma imagem ampliada da superfície do material que é muito similar ao esperado se fosse possível na verdade “olhar” esta superfície. Não apenas a

informação da topografia do material é produzida como também, informação de sua composição.

As micrografias dos corpos de prova foram realizadas no Laboratório de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Campina Grande, em equipamento Superscam da SHIMADZU SSX 550 e foram metalizados com ouro. A ampliação utilizada no ensaio foi de 500 vezes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizados ensaios microestruturais no microscópio eletrônico de varredura para amostras do concreto de referência e para amostras de concreto contendo teores de 10%, 15% e 20% de resíduo de petróleo em pó. A Figura 2 ilustra a micrografia do concreto de referência.

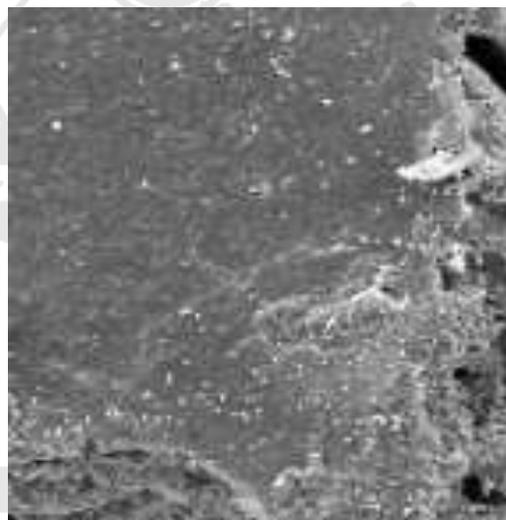


Figura 2 – Micrografias do concreto de referência

De acordo com a Figura 2, verifica-se para a micrografia do concreto de referência apresenta uma superfície densa, homogênea e com existência de poucos poros. O que permite inferir que os materiais utilizados permitiram um empacotamento perfeito das partículas, bem como uma aderência completa entre os grãos de agregado e a pasta de cimento. O sistema de distribuição dos poros do concreto é fortemente influenciado por fatores como dosagem do concreto (principalmente água/cimento). Para o concreto de referência observa-se a existência de poucos poros, o que garante que o fator água/

cimento utilizado promoveu uma boa trabalhabilidade e uma correta hidratação do cimento e que a forma do agregado graúdo utilizado favoreceu o arranjo entre os grãos e a pasta de cimento. A microestrutura da pasta de cimento merece especial atenção nas zonas de contato. Estudos mais modernos e avançados mostram que essa microestrutura na zona afetada pelo agregado é bastante complexa e variável e que as características desta zona dependem de diversos fatores, dentre eles: a existência de água de exsudação e sua influência, da área da interface, dentre outros.

A Figura 3 ilustra a micrografias do concreto com 10% de substituição do cimento Portland por resíduo de petróleo em pó.



Figura 3 – Micrografias do concreto com 10% de substituição do cimento Portland por resíduo de petróleo em pó.

Para o concreto com incorporação de 10% de resíduo de petróleo em pó, observa-se que se mantém uma estrutura densa, no entanto, com comportamento heterogêneo, verificando-se a presença de partículas dispersas na matriz que se refere ao resíduo de petróleo em pó que não reagiu com a água e com a pasta de cimento. Este fato pode ser justificado pela presença de óleo no resíduo no percentual de 5%, o que pode ter impedido a água de promover a completa hidratação do cimento. A Figura 4 ilustra a micrografias do concreto com 15% de substituição do cimento Portland por resíduo de petróleo em pó.

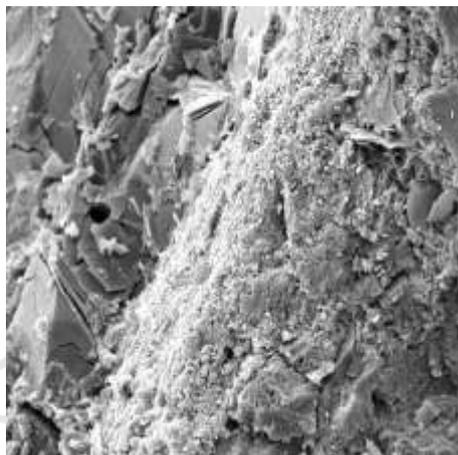


Figura 4 – Micrografias do concreto com 15% de substituição do cimento Portland por resíduo de petróleo em pó.

Para a substituição do cimento Portland por resíduo de petróleo em pó, observou-se que a microestrutura do concreto se apresenta com uma superfície rugosa e presença de um maior número e volume de poros, indicando que não ocorreu uma perfeita interação química entre o resíduo e o cimento e uma perfeita aderência entre a pasta de cimento e o grão do agregado graúdo. Em concreto, a região entre as partículas de agregado graúdo e a pasta de cimento é denominada zona de transição e, esta influencia diretamente na resistência do concreto, esta, possui cristais com orientação preferencial, o que favorece a fissura, e, é na zona de transição que ocorrem as primeiras ações irreversíveis, e uma vez iniciada, esta fissuração se propaga seguindo o contorno dos agregados.

A Figura 5 ilustra a micrografias do concreto com 20% de substituição do cimento Portland por resíduo de petróleo em pó.



Figura 5 – Micrografias do concreto com 20% de substituição do cimento Portland por resíduo de petróleo em pó.

A micrografia do concreto contendo 20% do resíduo de petróleo em pó apresenta uma superfície rugosa e irregular com presença de poros e partículas dispersas na matriz que refere-se ao resíduo que não reagiu com a água e com a pasta de cimento, indicando que o resíduo 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 superior ao obtido para o concreto de referência, indicando que este resíduo não contribuiu para o ganho de resistência do concreto.

4. CONCLUSÕES

De acordo com resultados obtidos, pode concluir que:

Com relação ao estudo de microestrutura efetuado, pode-se concluir que a substituição do cimento Portland por resíduo de petróleo em pó, contribuiu para a obtenção do concreto com estrutura irregular e heterogênea, presença de poros e partículas dispersas na matriz que não reagiram quimicamente com o cimento. Essa falta de interação química com o cimento pode ter ocorrido pela presença de óleo no resíduo que pode ter atuado como uma barreira impedindo a completa hidratação do cimento, gerando estruturas com deficiência de aderência entre a pasta de cimento e o grão do agregado e com porosidade residual.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). (2003). NBR NM 53:2003: Agregados - Determinação da absorção e da massa específica do agregado graúdo – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). (2014). NBR 6136:2014: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). (2009). NBR 7211:2009: Agregados para concreto – Especificação. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). (1982). NBR 7217: Determinação de composição granulométrica dos agregados. Rio de Janeiro, 1982.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). (1982). NBR 7219: Determinação do teor de materiais pulverulentos nos agregados. Rio de Janeiro, 1982.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). (2012). NBR NM 45:2006: Agregados– Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). (1987). NBR 9776: Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). (2012). NBR 11579: Cimento Portland Comum – Determinação do módulo de finura. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS – ABIROCHAS (2013b). O setor de rochas ornamentais e de revestimento: situação atual, demandas e perspectivas frente ao novo marco regulatório da mineração Brasileira. Fevereiro de 2013. Informe 06/2013. São Paulo – SP.

Bezerra, I. M. T. et al. (2013). Aplicação da cinza da casca do arroz em argamassas de assentamento. In: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande-PB, 2011.

Chagas Filho, M. B. (2013). Estudo de agregados lateríticos para utilização em concretos estruturais. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2013.

Córdoba, L. A. et al. Effects on mechanical properties of recycled pet in cement-based composites. In: International Journal of Polymer Science. 2013.

LINTZ, R. C. C. et al. (2012). Avaliação do comportamento de concreto contendo borracha de pneus inservíveis para utilização em pisos intertravados. In: Revista IBRACON, 2012.

Santos, G. B. dos. (2013). Gerenciamento de resíduos na indústria de exploração e produção de petróleo: atendimento ao requisito de licenciamento ambiental no Brasil. Artigo. Universidade do Sul de Santa Catarina, 13, 2013.

