

MICROESTRUTURA E PROPRIEDADES DE CONCRETO USANDO PÓ DE LAPIDÁRIO E AREIA ARTIFICIAL COMO ALTERNATIVA À AREIA LAVADA.

E. C. de Souza Jr; T. R. de Oliveira; F. T. Vieira e S. C. Cabral;
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Campus do Mucuri
Rua Marcelo Guedes, 268, Cidade Alta, Teófilo Otoni, Minas Gerais.
CEP: 39800-109. e-mail: eliascristovamjr@gmail.com

RESUMO

A crescente urbanização da sociedade atual é acompanhada de uma grande demanda por concreto e suas matérias-primas. O pó de lapidário é um resíduo do processo de lapidação de pedras, de granulométrica fina, inerte e altamente adensável. Sendo assim, o pó de lapidário é uma matéria-prima em potencial para a produção do concreto. A natureza e granulométrica do agregado miúdo é um dos principais fatores para a resistência mecânica, trabalhabilidade, plasticidade e consistência do concreto. O presente trabalho estuda a microestrutura e propriedades do concreto utilizando pó de lapidário e areia artificial em substituição total da areia lavada.

Palavras-chave: pó de lapidário, concreto, microestrutura, propriedades.

INTRODUÇÃO

O mercado de construção civil demanda diversos materiais em larga escala, sendo alguns obtidos através de extração mineral, causando impactos ambientais. Além da necessidade de consciência ambiental e sustentabilidade que existe atualmente, há a demanda de redução de custos na produção do concreto e aumento da qualidade do produto. O pó de lapidário é um pó de granulométrica fina, de forma e espessuras variadas, gerado como resíduo em oficinas de lapidação de pedras semi-preciosas.

A microestrutura do concreto é composta por três componentes: pasta de cimento hidratado, agregado e zona interfásica entre pasta de cimento e agregado. A interface entre a pasta de cimento e agregado e a pasta de cimento são considerados fatores limitantes para a resistência do concreto. No concreto, a resistência está relacionada à falhas macroestruturais. ⁽¹⁾

A resistência de um material é inversamente proporcional à porosidade deste.
(1) A fase porosa do concreto é preenchida com ar ou água e varia de acordo com o processo de hidratação em função do tempo, sendo muito complexa. (2)

O presente trabalho estuda a viabilização da substituição total da areia natural por pó de lapidário e areia artificial em concreto de cimento portland, analisando a microestrutura e a resistência à compressão.

REVISÃO DE LITERATURA

A fase agregada do concreto é a principal fase responsável pela massa unitária, módulo de elasticidade e estabilidade dimensional do concreto. O agregado graúdo influi pouco na resistência do concreto, contudo, quanto mais lamelar e liso o agregado graúdo, maior a tendência à retenção de água nas proximidades deste e mais fraca se torna a interfase entre agregado e pasta ligante. (1)

A dispersão não uniforme das partículas da fase ligante acarreta em uma grande influência na resistência do concreto: tanto a microestrutura dos poros quanto a geometria dos cristais formados na hidratação do cimento influem na resistência do concreto. (1) Na hidratação do cimento, o espaço inicialmente preenchido por água é substituído por compostos hidratados. O preenchimento é inversamente proporcional à relação água/cimento. (3)

A parte sólida do concreto é composta por agregados, hidratos como o silicato de cálcio hidratado (C-S-H), o aluminato de cálcio, os sulfoaluminatos e o hidróxido de cálcio, e grãos de clínquer anidros. A fase porosa do concreto é preenchida com ar ou água e varia de acordo com o processo de hidratação em função do tempo, sendo muito complexa. (2)

“A permeabilidade da pasta do concreto e argamassas é afetada não apenas pela porosidade, mas também pela distribuição dos tamanhos dos poros.” (2)

A permeabilidade do concreto está associada com o transporte de substâncias dissolvidas através da rede porosa, o que afeta na durabilidade do concreto. (4)

A rede porosa do concreto no estado endurecido é complexa porque o próprio C-S-H é possui poros na sua estrutura. Logo, os poros são divididos em poros capilares, sendo os poros de maior diâmetro e a os poros de gel de C-S-H, sendo os poros mais finos. A porosidade fina está associada ao processo de encolhimento e deformação do concreto enquanto a porosidade maior está associada à resistência e permeabilidade. (5)

A figura 1 mostra os componentes da microestrutura do concreto e suas dimensões:

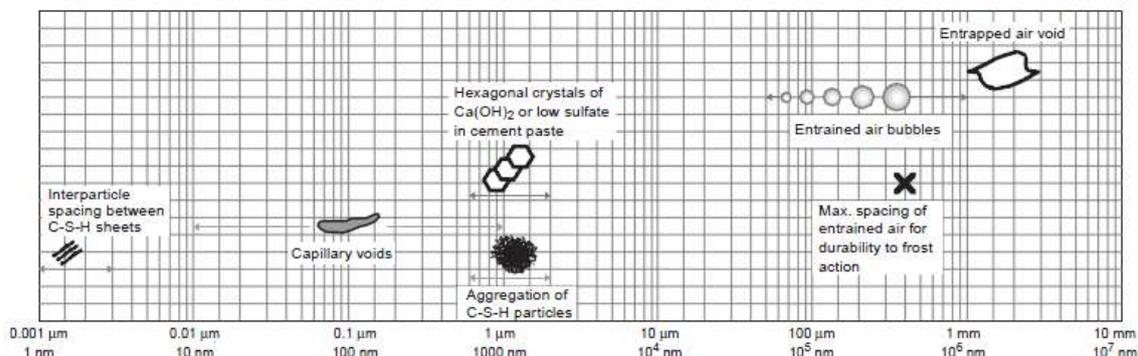


Figura 1 - Sólidos e poros componentes da microestrutura do concreto no estado enrijecido e suas dimensões.

As propriedades do concreto devem ser analisadas quando fresco e quando seco.

Para o concreto fresco tem-se quatro propriedades: ⁽⁶⁾

1. Consistência, onde se considera a fluidez da mistura, que é determinada pelo fator água/materiais secos. O fator água/materiais secos é determinado pela relação entre a massa da água e a massa dos materiais secos dado em porcentagem. Determinado o fator, o concreto é classificado em três categorias: a) seco ou úmido, em que o fator água/materiais secos é entre 6% e 8%; b) plástico, em que o fator água/materiais secos é entre 8% e 11%; c) fluído, em que o fator água/materiais secos é entre 11% e 14%. O processo de determinação da consistência do concreto é denominado teste de abatimento do tronco de cone.
2. Plasticidade, que é a propriedade que o concreto tem de ser modelado sem que ocorra a sua segregação. O grau de plasticidade do concreto deve ser inversamente proporcional à espessura do material e diretamente proporcional à densidade da armadura. A plasticidade está relacionada ao tamanho dos agregados, sendo influenciada predominantemente pelo agregado miúdo. A morfologia das partículas do agregado miúdo influi na plasticidade, sendo que as partículas mais angulosas, rugosas ou alongadas diminuem a plasticidade do concreto. Agregados miúdos com menores graus de finura exigem maior

quantidade de água devido à maior massa específica. Contudo, para um concreto de mesma plasticidade, o agregado miúdo mais fino terá um menor teor em comparação a um agregado miúdo de maior granulometria.

3. Poder de Retenção da Água, onde a água não pode se separar do concreto. Para que isso não ocorra, deve-se evitar o uso exagerado de água ou aumentar a quantidade de finos e de cimento.
4. Trabalhabilidade, "É a propriedade do concreto fresco identificada pela maior ou menor facilidade de seu emprego para atender a determinado fim. O concreto é trabalhável quando no estado fresco apresenta consistência e dimensões máximas dos agregados apropriadas ao tipo de obra a que se destina, no que respeita às dimensões das peças, ao afastamento e à distribuição das barras das armaduras, bem como aos métodos de transporte, lançamento e adensamento que serão adotados."

Quanto ao concreto seco, as propriedades são: ⁽⁶⁾

1. Resistência mecânica, que é a capacidade de o concreto resistir à impactos. O concreto utilizando o Cimento Portland, aos 28 dias de cura, já possui 75% a 90% de sua resistência, sendo o tempo necessário para se basear os cálculos de resistência. Os fatores água/cimento, tempo de cura, geometria e tamanho dos agregados, tipo de cimento e condições de cura são fatores fundamentais para a determinação da resistência do concreto.
2. Durabilidade. A durabilidade do concreto depende dos agentes físicos e químicos que o deteriorarão ao decorrer do tempo, exigindo uma análise do ambiente e da escolha dos materiais a serem utilizados. A durabilidade também está relacionada à resistência do concreto.
3. Impermeabilidade. "A impermeabilidade do concreto está relacionada com a durabilidade. Um concreto impermeável impede o acesso de agentes agressivos."

OBJETIVO

Analisar a viabilização da substituição total da areia natural por pó de lapidário e areia artificial em concreto de cimento portland, analisando a microestrutura e a resistência à compressão axial.

METODOLOGIA

Teste de abatimento do tronco de cone

O teste de abatimento do tronco de cone é um método utilizado para avaliar a trabalhabilidade do concreto através da sua consistência. (7)

É necessário uma base quadrada de 1m², que não interaja com o concreto e não absorva água, marcada com um círculo de 20 cm de diâmetro. Um tronco em formato de cone, feito do mesmo material da base, tendo 30 cm de altura e suas extremidades de 10 cm e 20 cm, sendo este que será encaixado na marca da base.

A placa e o cone devem ser umedecidos para não absorverem água do concreto. A extremidade maior do cone deve ser colocada sobre a base em um chão nivelado, segurado firmemente e o concreto deve ser despejado dentro do cone em três camadas. Cada camada deve ser golpeada com 25 golpes da haste de socamento, distribuídas uniformemente sobre cada camada. O excesso deve ser retirado com uma desempenadeira, nivelando o concreto em relação ao cone. O cone deve ser erguido verticalmente em um tempo ente 5s a 10s e o concreto fluir livremente.

É importante que todo esse processo seja executado em no máximo 5 minutos. Por fim, é feita a medida da altura de deslocamento vertical do concreto, tomando como base de referência para a medida a altura do cone utilizado.

Teste de resistência à compressão axial

Para a execução do teste, os corpos de prova devem ser previamente preparados. As bases devem ser niveladas para que a força aplicada no teste seja distribuída uniformemente sobre o corpo de prova. (8) O corpo de prova deve ser posicionado de forma que seu eixo coincida com o eixo central dos pratos da máquina de ensaio. (9)

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para execução do traço, utilizou-se como agregado miúdo pó de lapidário e areia artificial em substituição de 100% da areia natural, em proporção respectiva de 40% e 60%; como agregado graúdo, utilizou-se brita “1” e cimento portland CII-E-32RS ambos fornecidos pela Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC) – Campus de Teófilo Otoni.

O teor de argamassa do traço é de 54% e o fator água/cimento de 9%.

O traço foi executado em betoneira CS145 na UNIPAC. Foram preparados seis corpos de provas com dimensões de 10 x 20 cm com adensamento manual de 12 golpes. Após a preparação do concreto, foi feito o teste de abatimento do tronco de cone para avaliar a trabalhabilidade do concreto. A cura foi feita em solução saturada de hidróxido de cálcio.

Para o rompimento dos corpos de prova, as bases foram capeadas com enxofre sólido. Os corpos de prova foram rompidos aos pares após 7, 14 e 28 dias de cura.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quanto à microestrutura, o concreto obtido teve estrutura concisa e homogênea, apresentando poucos poros de pequenas dimensões. A figura 2 mostra a rede de poros formada após o rompimento do corpo de prova.



Figura 2 – rede de poros após 7 dias

A presença de poros pode propiciar a entrada de água com materiais reativos dissolvidos, causando a decomposição química do corpo de prova. A presença de água na rede de poros do concreto pode provocar tensões internas no concreto devido a sua movimentação ou mudança de estado físico. ⁽¹⁰⁾

A tabela 1 mostra a resistência à compressão axial obtida após 7, 14 e 28 dias de cura.

Tabela 1 – Resistência à compressão axial

Dias de cura	Força (MN)	Área (m ²)	Pressão (MPa)
7	0,112	0,007854	14,26
	0,120	0,007854	15,28
14	0,165	0,007854	21,01
	0,168	0,007854	21,39
28	0,200	0,007854	25,46
	0,178	0,007854	22,66

Nota-se que o tempo de cura diminuiu pela metade, atingindo uma média de 21,2 MPa após 14 dias de cura e superando a resistência esperada de 20 Mpa.

CONCLUSÃO

O objetivo do trabalho foi plenamente alcançado. Verificou-se a viabilidade da produção do concreto utilizando-se pó de lapidário e areia artificial em substituição total da areia de lavagem.

O presente trabalho abre um novo campo de estudos na produção de concreto. É necessário otimizar os componentes da mistura para atingir um máximo de resistência.

REFERÊNCIAS

- ⁽¹⁾ MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concrete: microstructure, properties, and materials**. 3 ed. New York: McGraw-Hill, 2008.
- ⁽²⁾ DUART, M. A. **Estudo da microestrutura do concreto com adição de cinza de casca de arroz residual sem beneficiamento**. Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Santa Maria, PPGEC, Santa Maria, 2008.
- ⁽³⁾ ROY, D. M.; IDORN, G. M. **Concrete microstructure**. Washington DC: Strategic Highway Research Program, 1993.

- (4) ROY, D. M. et al. **Concrete microstructure porosity and permeability**. Washington DC: Strategic Highway Research Program, 1993.
- (5) JENNINGS, H. M.; TENNIS, P. D. **Model for the developing microstructure in portland cement pastes**. JOURNAL OF THE AMERICAN CERAMIC SOCIETY, EUA, 1994.
- (6) ARAUJO, R. C. L.; RODRIGUES, E. H. V.; FREITAS, E. G. A. **Materiais de construção**. Seropedica, RJ: UFRRJ, 2000.
- (7) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Concreto – determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. NBR NM 67. Rio de Janeiro, 1998.
- (8) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto**. NBR 5738. Rio de Janeiro, 1993.
- (9) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Concreto – ensaio de corpos-de-prova cilíndricos**. NBR 5739. Rio de Janeiro, 1993.
- (10) MENOSSI, R. T. **Utilização de pó de pedra basáltica em substituição a areia natural do concreto**. Dissertação de mestrado - Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira, UNESP, Ilha Solteira.

MICROSTRUCTURE AND PROPERTIES OF CONCRETE USING LAPIDARY DUST AND ARTIFICIAL SAND AS AN ALTERNATIVE TO SAND WASHED

ABSTRACT

The crescent urbanization of modern society is accompanied by a high demand for concrete and its raw materials. The lapidary dust is a residue from process of polishing rock, of fine granulometric, inert and highly compacting. Thus, the lapidary dust is a potential raw material for the production of concrete. The nature and granulometric of fine aggregate is a major factor for the strength, workability, plasticity and consistency of concrete. The present work studies the microstructure and properties of concrete using lapidary dust and artificial sand in total replacement of sand washed.

Key-words: lapidary dust, concrete, microstructure, properties.