

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A seguir serão apresentadas conclusões deste estudo experimental, relacionando-se a todos os procedimentos elaborados e algumas sugestões para trabalhos futuros.

6.1 Conclusões

Conforme amplamente abordado aqui, a escolha dos materiais é um ponto de grande atenção à elaboração do CAD. Neste estudo, um dos principais motivos para não obtenção de resistências superiores à faixa dos 90MPa, foi o limite de resistência do agregado graúdo. De fato, o objetivo deste trabalho era de analisar os materiais utilizados amplamente em construção na área do Estado do Rio de Janeiro. Com isso, percebe-se, que com agregado graúdo à base de gnaise, pode-se obter um patamar de resistência à compressão máxima de 90 MPa, com um projeto de traço eficiente. Para resistências superiores a este valor, deve-se procurar um agregado disponível à base de granito ou basalto. Desta forma, fica constatada a importância da qualidade dos componentes na elaboração do CAD, tornando-se inútil especificar uma resistência de projeto se não houver certeza com relação ao cimento, aditivos e agregados adotados em sua mistura.

Outro ponto de fundamental importância é a confiabilidade da procedência e conhecimento das características do superplastificante. No caso específico do CAD, com fatores água/ material cimentício muito baixos, o papel do superplastificante é determinante para a obtenção de resultado esperado. O resultado do ensaio piloto, realizado neste estudo, demonstra que um determinado

superplastificante, cujo comportamento mostrou-se aquém das expectativas, pode comprometer todo o resultado desejado.

O método de dosagem adotado neste estudo, seguindo uma proposta de Aïtcin mostrou-se simples e eficiente, exceto para o valor limítrofe entre a resistência do CAD e do concreto comum.

Comparando-se com dosagens empíricas sugeridas por fabricantes de aditivos e utilizados em outros trabalhos, é constatado claramente que as quantidades necessárias de materiais foram maiores do que as usadas para este trabalho, especialmente para obtenção das resistências mais elevadas.

Para resistências mais elevadas, a faixa de variação da curva que relaciona a resistência à compressão desejada com o fator água/ material cimentício, mostrou-se muito menos suscetível a variações do que para resistências mais baixas. Para o patamar limite de valores de resistência à compressão entre o concreto convencional e o CAD, isto é 40 MPa, a faixa de variação da curva de dosagem pode representar valores maiores do que os expressos na curva da figura 4.1, considerando a adição de sílica ativa ao traço e os demais materiais constituintes utilizados.

Neste estudo, demonstrou-se uma dificuldade em justamente chegar a este patamar limite, cogitando-se em realizar uma dosagem com metodologia de concreto convencional. No entanto, questionou-se também a comparação de propriedades físicas e mecânicas com concretos de componentes diferentes, já que a metodologia de dosagem sugerida pelo ACI 221-1, não utiliza a sílica ativa.

O estudo de compatibilidade entre material cimentício e superplastificante trata-se de uma importante ferramenta para estimar-se de melhor forma o comportamento reológico do concreto fresco.

Ainda não há um método mundialmente aceito como ideal para dosagem de CAD e que, mesmo se houvesse, variações razoáveis nos aditivos e materiais cimentícios suplementares poderiam ser fatores determinantes para obtenção do sucesso em alcançar uma determinada resistência.

No caso específico deste estudo, partiu-se de um teor de saturação de 1% por sugestão do método, desde que o ponto de saturação não fosse conhecido. Mesmo aumentando-se o teor de superplastificante de 1%, utilizado no ensaio piloto, para 1.2%, ainda não foi obtido o abatimento desejado.

Procedendo-se ao estudo da compatibilidade através do Método do Funil de Marsh, verificou-se que o ponto de saturação, para a combinação de cimento CPV com sílica ativa e superplastificante à base de lignosulfato, só seria obtido com um teor de 1.4% e 1.8%, para um fator água/ material cimentício de 0.40 e 0.35, respectivamente.

Certamente, se este estudo fosse realizado anteriormente à elaboração dos corpos de prova, poderiam ter sido feitas adequações à mistura de tal forma que a trabalhabilidade fosse melhorada.

Uma das grandes vantagens do emprego do CAD é sua durabilidade, que cada vez mais tem sido considerada de forma relevante nos projetos, comprovando-se que os custos de manutenção de estruturas, com reparos pelo comprometimento de sua capacidade portante, apresenta-se muito alto. Desta forma, um dos fatores que mais carece de estudo é a permeabilidade.

Para o caso de estruturas de concreto é muito importante a obtenção de condições ideais para que as armaduras fiquem preservadas em seu interior, não sendo afetadas por nenhum processo de corrosão.

A porosidade, como representação do índice de vazios, é um fator relevante para as condições de permeabilidade que o concreto pode apresentar. Como avaliado neste estudo, a porosidade do concreto está inversamente relacionada à sua resistência à compressão, ou seja, a porosidade diminui a medida que a resistência aumenta.

Tal fator no CAD está relacionado a sua composição, que utiliza em geral materiais cimentícios suplementares para atuarem como fíller nos vazios das interfaces pasta/ agregado e agregado/agregado.

Neste estudo, para um incremento da resistência à compressão de 65.11 MPa para 91.64 MPa, obteve-se uma diminuição do índice de vazios de 6.00% para 5.62% e através das fotografias apresentadas, percebe-se claramente a diminuição não só da porosidade da matriz com o aumento da resistência, como também a redução do tamanho de cada poro isoladamente.

Deve-se considerar também que o resultado da porosidade poderia ser melhorado com uma melhor combinação superplastificante x material cimentício, que melhoraria as condições reológicas do concreto fresco.

A resistência à compressão trata-se da principal propriedade, no que tange a dimensionamento. De fato, todas as outras propriedades podem ser estimadas em função de seu valor.

No entanto, cabe considerar que todos os valores das propriedades para projeto, a partir de relações mostradas neste estudo e outras existentes, são obtidos com as resistências características. As normas brasileiras não contemplam relações específicas para concretos com resistências maiores que 40 MPa.

Para o caso de obras de grande porte elaboradas com CAD, cabe uma validação experimental prévia, tanto para o método de dosagem, quanto para a resistência desejada, que tal qual nos estudos científicos é elaborada para obter, ou verificar, uma ou mais expressões que relacionem suas propriedades.

Para os concretos dosados neste estudo, as relações que mais se adequaram para estimar o valor de resistência à tração por compressão diametral foram as propostas por Gomes[35] e Tachibana et al [36].

Quanto aos valores de módulo de elasticidade, para o módulo tangente inicial, verificou-se que as relações que mais se adequam foram as do MC 90 [32] (até o seu limite) e do CEB-1995. A relação proposta por Paulo Helene[41] também apresenta um comportamento satisfatório para estimar o comportamento dos corpos de prova estudados. Para o módulo secante, as relações propostas por Shehata et al [42] e Carrasquillo[33] apresentaram uma boa estimativa dos valores médios obtidos.

Mesmo assim, cabe ainda ressaltar que o estudo do módulo de elasticidade mostrou-se muito complexo, principalmente pela quantidade de parâmetros envolvidos para uma sua determinação.

A utilização de um equipamento com uma célula de carga de capacidade inferior ao limite das resistências dos concretos elaborados mostrou-se pouco eficaz, pela falta de possibilidade de determinação da curva tensão x deformação completa e do trecho pós ruptura.

6.2

Sugestões para próximos estudos.

Deve-se considerar que, apesar da tendência em utilização do CAD ser cada vez mais crescente, ainda há uma carência, nos centros de pesquisa, de equipamentos para os processos de análise. Desta forma, começa a ocorrer uma demanda de prensas com células de carga de maior capacidade e os equipamentos para avaliação de durabilidade, como permeômetros a gas e íons cloretos, tornam-se também necessários.

Como sugestões para próximas pesquisas, pode-se relacionar os principais pontos relevantes que foram constatados como ainda necessários de estudos.

- Estudo das características dos agregados mais utilizados regionalmente no Brasil. Para os agregados graúdos, especificações detalhadas da natureza e características da rocha mãe. Desta forma, para um processo de seleção de materiais para uma resistência almejada para uma determinada obra, pode-se delimitar os fatores preponderantes na elaboração do CAD, quer seja pela necessidade de um valor de resistência à compressão, quer seja pelo limite máximo de resistência dos agregados disponíveis na região;

- Desenvolvimento de métodos de dosagem otimizados para o CAD, contemplando o uso de materiais mais utilizados nas diversas regiões do Brasil;

- Estudos prévios de compatibilidade entre as combinações de aditivos superplastificante e combinação de materiais cimentícios, para obtenção de maiores dados sobre o comportamento da pasta;

- Estudos de correlações entre propriedades físicas x mecânicas e de propriedades mecânicas x mecânicas, procurando, além de comparar, estabelecer novas relações mais eficazes;

- Estudo detalhado de durabilidade do CAD elaborados, com utilização de permeômetros a gás e permeabilidade aos íons cloreto, contemplando as diversidades dos meios agressivos existentes em nosso país.