

## 5 Conclusões

### 5.1.Considerações finais

Avaliando-se os procedimentos adotados neste programa experimental referentes à extração de testemunhos, ensaios esclerométricos e o grande número de corpos-de-prova moldados ao longo do tempo de obras em andamento, algumas recomendações podem ser explicitadas para a obtenção de bons resultados com essa metodologia de avaliação no decorrer da construção de estruturas em concreto armado.

É fundamental a elaboração de um criterioso plano de trabalho, com a definição dos lotes estruturais a serem analisados, com a fixação do tamanho da amostra de testemunhos a serem extraídos, com a previsão do ensaio complementar não destrutivo a ser efetuado de modo a complementar os resultados obtidos.

Sobre o trabalho executado pelos laboratórios pode-se comentar que na maioria das empresas há uma busca contínua de aprimoramento e eliminação de falhas, mas a possibilidade de entrada de erros no processo é muito grande. Há falhas operacionais que começam na coleta da amostra, passam pela energia de moldagem (golpes por camada), transporte, cura/armazenagem, capeamento e ruptura. Até a velocidade de aplicação de carga na prensa influi no resultado da ruptura do corpo-de-prova. O controle tecnológico, como outros controles, é complexo e carece de análises de aceitação. A melhor ferramenta é a análise estatística. Uma boa análise estatística requer um grande número de dados ou resultados, premissa principal do presente estudo com seus 6.312 corpos-de-prova moldados e ensaiados obtidos em estruturas reais.

Em relação às extrações dos testemunhos a qualidade do resultado dos mesmos, quando submetidos ao ensaio de compressão, dependerá especialmente da experiência da equipe técnica, da fixação adequada da máquina extratora na estrutura, evitando-se vibrações e ondulações nos

testemunhos, das adequadas operações de corte, da preparação das faces, do índice de esbeltez e das condições dos equipamentos utilizados no ensaio, além de outros fatores que podem interferir nos resultados. Outrossim, é imprescindível para a obtenção de resultados representativos da resistência do concreto em exame a calibração das prensas, o uso de rótulas apropriadas aos testemunhos e de escalas e velocidades de carregamento adequadas.

Cabe mencionar que embora tenha tido um número pequeno de testemunhos extraídos em relação ao enorme número de corpos-de-prova moldados, conseguiu-se atender a critérios de normalização, sendo para a presente pesquisa um resultado satisfatório.

## 5.2. Conclusões

Com base nas análises dos resultados de ruptura dos corpos-de-prova, das extrações, dos ensaios esclerométricos e da metodologia adotada, alinhem-se as seguintes conclusões:

- a Obra 1 mostra claramente em seus resultados a falta de controle da cimenteira e o crescimento excessivo da construção civil, gerando escassez desde a matéria-prima até a mão de obra, conseqüentemente muito desqualificada, geraram problemas crônicos ao longo dessa obra;
- comprova-se graficamente a importância do cimento no âmbito da resistência do concreto em questão, sendo ele o principal causador das irregularidades dos resultados e a manipulação das grandes cimenteiras e concreteiras agindo de maneira irresponsável com a entrega do produto final;
- nas Obras 2, 3 e 4 percebe-se coerência das curvas e tendência do concreto, mostrando um processo produtivo eficaz, com clareza em seus resultados e teoricamente com certeza no que está sendo produzido;
- na análise dos corpos-de-prova moldados por amostragem total dos lotes das quatro obras ve-se, respectivamente, 58,3%, 24,3%, 6% e 0% de lotes rejeitados por esse critério;
- analisando os corpos-de-prova moldados de cada obra por amostragem parcial (lotes com número de exemplares  $n > 20$ ) e considerando-se cada obra como um grande lote, encontra-se para Obra 1 o  $f_{ck\ est} = 29,4$  MPa,

para a Obra 2 o  $f_{ck\ est} = 30,9$  MPa, para a Obra 3 o  $f_{ck\ est} = 33,5$  MPa e para Obra 4 o  $f_{ck\ est} = 34,9$  MPa;

- os resultados das resistências dos testemunhos extraídos valida as oscilações vistas nos resultados dos corpos-de-prova moldados no mês de fevereiro e julho de 2008, vista no âmbito das análises mensais da Obra 1 (Figuras 4.2 e 4.9);
- para os meses de fevereiro e março, que fazem parte da fundação da obra 1, com seus  $335\ m^3$  de concreto, foram extraídos 14 testemunhos para análise. Em relação ao mês de julho, 1º Teto-Tipo, 2º Teto-Tipo e 3º Teto-Tipo da Obra 1, foram extraídos 42 testemunhos para análise em relação a  $456\ m^3$  de concreto. Assim tem-se uma relação de  $24\ m^3$  de concreto por testemunho extraído referente a parte da fundação e  $11\ m^3$  de concreto por testemunho extraído do 1º Teto-Tipo, 2º Teto-Tipo e 3º Teto-Tipo, mostrando-se eficazes para aceitação das regiões analisadas e da estrutura;
- os resultados dos elementos extraídos mostraram que o coeficiente de correção dos efeitos de broqueamento em testemunhos recomendado pela NBR 6118:2007 é adequado;
- os resultados do ensaio de esclerometria foram coerentes com os de resistência à compressão dos testemunhos, sendo válidos como indicadores da confiabilidade dos resultados finais obtidos.

### 5.3.Sugestões para trabalhos futuros

- Realizar análises em obras reais/atuais em andamento a fim de atualizar a NBR 12655:2006 no que se diz respeito aos critérios de aceitação do concreto, diminuindo-se as amostras de exemplares.
- Analisar um prédio inteiro, desde a fundação até a cobertura, por meio de corpos-de-prova moldados e testemunhos extraídos de cada caminhão betoneira e executar ensaios esclerométricos.
- Realizar um estudo comparativo abrangendo todos os resultados do cimento e resultados do concreto em um período significativo para estruturas de cada pavimento.