

Influência da Resistência à Compressão, da Dimensão do Corpo de Prova e do Tipo de Laboratório na Determinação da Resistência à Compressão do Concreto

Suélio da Silva Araújo¹
Gilson Natal Guimarães²
André Luiz Bortolacci Geyer³

Resumo

Este trabalho apresenta uma análise comparativa dos resultados obtidos para o ensaio da resistência à compressão do concreto, por meio de um programa interlaboratorial de ensaios desenvolvido em dois laboratórios de Goiânia, Goiás, Brasil, para identificar e avaliar a influência de alguns fatores intervenientes nos resultados do ensaio de resistência à compressão. Para isso, buscou-se verificar no resultado de resistência à compressão, a influência do tipo de concreto (Classe C30 e CAR – Concreto de Alta Resistência), da dimensão do corpo de prova cilíndrico (100 mm x 200 mm e 150 mm x 300 mm) e do tipo de laboratório. Concluiu-se que o tipo de concreto e o tipo de laboratório influenciaram significativamente os resultados de resistência à compressão. Além disso, ressalta-se que os corpos de prova de dimensão 100 mm x 200 mm do concreto Classe C30 e do CAR (Classe C60) apresentaram os resultados com as maiores dispersões.

Palavras-chave: Dimensão básica; Resistência à compressão; Interlaboratorial; Dispersão.

Abstract

This paper presents a comparative analysis of the results obtained for testing the compressive strength of concrete by means of an interlaboratory test program developed in two different laboratories in Goiânia, Goiás, Brasil, to identify and assess the influence of factors affecting the results of compressive strength test. For this, factors contributing to determine the compressive strength of concrete such as the influence of the concrete class (Class C30 and CAR – High Strength Concrete), the cylindrical specimen size (100 mm x 200 mm and 150 mm x 300 mm) and the type of laboratory. It was concluded that the type of concrete and type of lab influenced the compressive strength. Also, it was observed that the specimen sizes 100 mm x 200 mm of concrete Class C30 and of CAR (Class C60) presented the results with the highest dispersion.

Keywords: Concrete; Basic Dimension; Compressive Strength; Interlaboratory; Dispersion.

- 1 Professor Adjunto da Universidade Paulista – Campus Brasília – Distrito Federal – Brasil e Professor do Centro Universitário UNIEURO – Distrito Federal – Brasil (suelio.araujo@gmail.com). Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Goiás, Brasil (2011), Escola de Engenharia Civil, Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, Brasil. Ex-Bolsista do CNPq – Brasil. Ex-Professor da Universidade de Brasília. Pesquisador de Mestrado. Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho.
Endereço para correspondência: Rua Maria Senhorinha de Jesus, Quadra 14-A, Lote 10, Setor Oriente Ville, CEP: 74.355-666, Goiânia – Goiás – Brasil. Telefones: (62) 9635-2906, (62) 9635-0226 ou (61) 9181-4997.
- 2 Professor Titular da Universidade Federal de Goiás, Brasil (rgilson.natal@gmail.com). Doutorado em Civil Engineering pela University of Texas System, Estados Unidos (1988).
Endereço para correspondência: Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, Laboratório de Estruturas. Av. Universitária, Pça. Universitária, s/n, Setor Universitário, CEP 74.640-220, Goiânia – Goiás – Brasil.
- 3 Professor Associado II da Universidade Federal de Goiás, Brasil (andre.geyer@hotmail.com). Doutorado em Engenharia Civil Construção Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil (2001).
Endereço para correspondência: Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, Laboratório de Materiais de Construção. Av. Universitária, Pça. Universitária, s/n, Setor Universitário, CEP 74640-220, Goiânia – Goiás – Brasil.

1 Introdução

A resistência de um material é sua habilidade para resistir à tensão sem se romper. Algumas vezes, a ruptura é identificada com o surgimento de fissuras. Porém, as averiguações microestruturais em concreto comum indicam que, diferentemente dos materiais estruturais, o concreto contém fissuras finas antes mesmo de ser submetido a tensões externas.

Diante do exposto, a pesquisa tem o objetivo de estudar e avaliar a influência das variáveis: influência do tipo de concreto (Classe C30 e CAR – Concreto de Alta Resistência), da dimensão do corpo de prova cilíndrico (100 mm x 200 mm e 150 mm x 300 mm) e do tipo de laboratório (Laboratório A e Laboratório B) no resultado da resistência à compressão em concreto endurecido e verificar a variabilidade do resultado experimental.

2 Materiais e Programa Experimental

O programa experimental foi desenvolvido a partir de uma avaliação interlaboratorial de resistência à compressão do concreto, desenvolvido em dois diferentes laboratórios de concreto localizados na região de Goiânia, Goiás, Brasil.

Considerando-se as características do programa interlaboratorial, onde não é possível fixar todas as variáveis independentes, resolveu-se então pela seguinte situação de estudo:

- tipo de concreto (em dois níveis: classe C30 e CAR);
- dimensões dos corpos de prova em dois níveis: 100 mm x 200 mm e 150 mm x 300 mm;
- Tipo de laboratório (em dois níveis: laboratório A e laboratório B).

Como fatores limitantes do estudo têm-se:

- mantiveram-se todos os corpos de prova na mesma condição de umidade;
- máquina de ensaio com controle de carregamento, com velocidade de aplicação de 0,6 MPa/s, na fase do estudo;
- materiais utilizados na fabricação do concreto: cimento Portland CP V ARI (Alta Resistência Inicial), litologia e dimensão do agregado graúdo (granito de dimensão máxima de 19 mm) e tipo de areia (areia artificial);
- resistência à compressão f_c (28 dias) de 30 MPa e 60 MPa;
- tipo de acabamento do topo dos corpos de prova (capeamento com enxofre).

A avaliação da variável independente dimensão básica do corpo de prova justifica-se porque as resistências especificadas para o concreto são cada vez mais altas, e as limitações de capacidade das máquinas de ensaio não acompanharam esta necessidade, obrigando os laboratórios a utilizarem a dimensão básica 100 mm x 200 mm nos ensaios de controle tecnológico. Sendo assim, é importante avaliar o impacto deste fator sobre o resultado experimental da resistência à compressão.

Para reduzir a influência da umidade dos corpos de prova, eles foram desmoldados 24 horas após a mistura, identificados e armazenados em tanques de armazenamento por 28 dias, com umidade e temperatura controladas conforme especificado pela norma NBR 5738:2008 [1]. Vencido este prazo de armazenamento, os corpos de prova foram retirados do tanque de armazenamento e estocados em um ambiente seco, à temperatura ambiente.

As dosagens de concreto definidas para a amostra concreto Classe C30 e CAR (Classe C60) foram obtidas por ajustes de traços de concreto com resistência f_c na ordem de 30 e 60 MPa.

Através dos gráficos de comportamento do concreto foram obtidos os traços para concretos com resistências estimadas aos 28 dias em 30 MPa e 60 MPa. Esses traços estão apresentados nas Tabelas [2.1] e [2.2].

Tabela 2.1 – Traço do concreto de $f_c = 30$ MPa.

Proporção dos materiais (C30 f_c 30,0 MPa) por m ³ de concreto	
Materiais	Concreto convencional vibrado (CCV)
	Quantidade por m ³
Cimento CP V ARI	236 Kg
Areia artificial	891 Kg
Brita 1 (19 mm)	999 Kg
Água	172 Kg
Aditivo polifuncional	1,65 Kg (0,7 % da massa do cimento)
Aditivo superplastificante	0,94 Kg (0,4 % da massa do cimento)
Adição de sílica ativa	18,9 Kg (como substituição de 8 % da massa do cimento)
Ensaio concreto fresco:	
Consistência	130 mm
Ar incorporado	2 %

Tabela 2.2 – Traço do concreto de $f_c = 60$ MPa.

Proporção dos materiais (CAR f_c 60,0 MPa) por m ³ de concreto	
Materiais	Concreto de alta resistência (CAR)
	Quantidade por m ³
Cimento CP V ARI	398 Kg
Areia artificial	765 Kg
Brita 1 (19 mm)	1.028 Kg
Água	167 Kg
Aditivo polifuncional	2,79 Kg (0,7 % da massa do cimento)
Aditivo superplastificante	1,59 Kg (0,4 % da massa do cimento)
Adição de sílica ativa	31,87 Kg (como substituição de 8 % da massa do cimento)
Ensaio concreto fresco:	
Consistência	120 mm
Ar incorporado	1,5 %

Foram moldados 10 corpos de prova para a resistência à compressão, para cada tipo de concreto, para cada dimensão de corpo de prova e para cada tipo de laboratório (Laboratório A e Laboratório B), visando atender os métodos de ensaio NBR 5739: 2007 [2].

Aplicou-se a técnica de análise estatística de variância (ANOVA), contido no software Statsoft Estatística 7[®], para os resultados individuais encontrados nos laboratórios A e B para as amostras de concreto Classe C30 e de CAR (Classe C60), separadamente e em conjunto. A metodologia do teste consiste na aplicação do Teste de Fisher F.

3 Resultados e Discussões

Quanto à análise principal desse estudo, destaca-se que os corpos de prova foram ensaiados em réplicas (com 10 unidades por situação de estudo) e aleatorizados, antes da execução do ensaio de resistência à compressão. Essa aleatorização permite minimizar os efeitos de variáveis que não foram ou não puderam ser consideradas no experimento, tais como: processo de moldagem do corpo de prova, distribuição dos agregados no concreto, montagem do instrumento de medição, entre outros. Além disso, caso exista algum mecanismo de dependência entre os resultados de experimentos subsequentes, a aleatorização da execução dos experimentos permite que essa dependência

seja diluída entre todas as situações de estudo e, assim, não privilegie uma ou outra situação.

Na Tabela [3.1] estão apresentadas as médias, desvios padrão e coeficientes de variação dos resultados para todas as situações de estudo obtidas para as amostras moldadas com concretos C30 e CAR, com intervalo de confiança da média (para 95% de confiança) e com um nível de significância de 5% para a propriedade resistência à compressão.

Na Tabela [3.2] encontra-se a análise de significância dos fatores em estudo para a propriedade resistência à compressão.

A análise de variância da resistência à compressão mostrou que o valor resultante do coeficiente de determinação do modelo adotado (R^2) foi de 0,96, o que significa que 96 % da variação total dos dados de resistência à compressão pode ser explicada pelas variáveis adotadas. Portanto, os fatores não controlados foram responsáveis por aproximadamente 4 % das variações observadas no estudo.

Com respeito à intensidade de influência dos fatores, tomando-se como base a magnitude dos valores de F, pode-se constatar a grande influência do tipo de laboratório e do tipo de concreto nos resultados de resistência à compressão.

As interações dos efeitos também foram estatisticamente significativas, isto é, para cada tipo de laboratório utilizado, dependendo da dimensão do corpo de prova e tipo de concreto, a resistência à compressão do concreto apresenta diferença de resultado (comportamento distinto).

Na coluna dos valores F da Tabela [3.2] as interações que envolvem o efeito da dimensão do corpo de prova x tipo de laboratório apresentaram os menores valores, indicando a menor influência dessa variável nos resultados de resistência à compressão. Destaca-se, inclusive, que o efeito individual da variável dimensão do corpo de prova não é significativo, ou seja, as dimensões dos corpos de prova estudadas (100 mm x 200 mm e 150 mm x 300 mm), isoladamente e interagidas com tipo de laboratório ou tipo de concreto, não influenciaram significativamente os resultados de resistência à compressão.

Em decorrência da análise ANOVA – Resistência à Compressão (Tabela [3.2]) ter revelado os efeitos estatisticamente significativos das variáveis tipo de laboratório e tipo de concreto, realizou-se o agrupamento das médias homogêneas pelo método de Duncan, de forma a observar as semelhanças e diferenças dos resultados obtidos.

Nesse método, ficou demonstrado que os laboratórios A e B apresentam resultados próximos, porque a média geral de resistência à compressão do laboratório A foi de 52,0 MPa e a média geral de resistência

Tabela 3.1 – Análise estatística dos resultados – Resistência à Compressão.

Situação de Estudo			Nº de Corpos de-Prova	Resistência à Compressão (MPa)		
Dimensão (mm)	Tipo de Laboratório	Tipo de Concreto		Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coefficiente de Variação (%)
—	—	CAR	38	65,8	5,5	8,3
—	—	C30	37	35,9	1,9	5,3
150x300	—	CAR	19	65,4	4,4	6,7
100x200	—	CAR	19	66,3	6,4	9,7
150x300	—	C30	19	36,2	0,76	2,1
100x200	—	C30	18	35,6	2,6	7,3
—	LABORATÓRIO A	CAR	19	69,3	4,03	5,8
—	LABORATÓRIO B	CAR	19	62,4	4,4	7,1
—	LABORATÓRIO A	C30	19	34,6	1,6	4,6
—	LABORATÓRIO B	C30	18	37,2	1,1	2,9
100x200	LABORATÓRIO A	C30	9	33,2	1,2	3,5
	LABORATÓRIO A	CAR	9	71,1	2,4	3,4
	LABORATÓRIO B	C30	9	37,9	0,94	2,5
	LABORATÓRIO B	CAR	10	61,9	5,8	9,4
150x300	LABORATÓRIO A	C30	10	35,9	0,54	1,5
	LABORATÓRIO A	CAR	10	67,7	4,6	6,8
	LABORATÓRIO B	C30	9	36,6	0,804	2,2
	LABORATÓRIO B	CAR	9	62,8	2,3	3,6

OBS.: – Tipos de concretos: concreto Classe C30 para dimensões 100 mm x 200 mm e 150 mm x 300 mm e CAR (Concreto de Alta Resistência) para dimensões 100 mm x 200 mm e 150 mm x 300 mm.

– Cinco dos resultados individuais foram considerados como valores espúrios.

Tabela 3.2 – ANOVA – Análise Global do Experimento resistência à compressão.

Fatores Estudados	SQ	F	p	Resultado
Modelo de Estudo	17409,46	273,49	0,000	significativo
Erro (resíduo)	609,29	—	—	—
Total	18018,75	—	—	—
Coeficiente de Determinação do Modelo (R^2) = 0,96				
Dimensão do Corpo de Prova	—	0,17	0,682	não
Tipo de Laboratório	—	9,57	0,003	significativo
Tipo de Concreto	—	1848,56	0,000	significativo
Dimensão do Corpo de Prova x Tipo de Laboratório	—	0,02	0,893	não
Dimensão do Corpo de Prova x Tipo de Concreto	—	1,88	0,175	não
Tipo de Laboratório x Tipo de Concreto	—	48,47	0,000	significativo
Dimensão x Tipo de Laboratório x Tipo de Concreto	—	8,56	0,005	significativo

Onde: SQ = soma dos quadrados; F = parâmetro de Fischer para o teste de significância dos efeitos; p = probabilidade de erro envolvida em aceitar o resultado observado como válido, isto é, como representativo da amostra; Resultado = resultado da análise, com a indicação se o efeito é significativo ou não, $R^2 = (1 - SQ_{\text{erro}}/SQ_{\text{total}})$.

à compressão do laboratório B foi de 50,1 MPa, isto é, o laboratório A teve apenas 4 % a mais de média geral de resistência à compressão em relação ao laboratório B. Portanto, dependendo do laboratório utilizado no ensaio, os valores da resistência à compressão aproximam-se.

Depois de fazer o agrupamento de médias do fator tipo de concreto pelo método de Duncan, ficou demonstrado, como era esperado, que o tipo de concreto influencia os valores da resistência à compressão, pois a média geral de resistência à compressão do concreto Classe C30 foi de 35,9 MPa e a média geral de resistência à compressão do CAR (Concreto de Alta Resistência) foi de 65,8 MPa, isto é, o CAR teve 83 % a mais de média geral de resistência à compressão comparado com o concreto Classe C30.

A Figura [3.1] apresenta a análise gráfica do estudo, exibindo os resultados para cada variável analisada; essa Figura [3.1] mostra que os valores de resistência à compressão apresentam-se próximos para as duas dimensões dos corpos de prova.

Quanto aos corpos de prova com dimensão 100 mm x 200 mm, os resultados de resistência à compressão do concreto Classe C30 e CAR (Concreto de Alta Resistência) no laboratório A, exibidos na Figura [3.1], apresentaram médias de 33,2 MPa e 71,1 MPa, e os respectivos coeficientes de variação foram de

3,5 % e 3,4 %. Já, no laboratório B, os resultados de resistência à compressão apresentaram médias de 37,9 MPa e 61,9 MPa, e os respectivos coeficientes de variação foram de 2,5 % e 9,4 %. Quanto à dimensão 100 mm x 200 mm, verificou-se que o concreto Classe C30 apresentou maior dispersão no laboratório A, isto é, o concreto Classe C30 teve 1 % a mais de coeficiente de variação no laboratório A em relação ao laboratório B. Já, o CAR apresentou maior dispersão no laboratório B, ou seja, o CAR teve 6% a mais de coeficiente de variação no laboratório B comparado com o laboratório A.

Quanto aos corpos de prova com dimensão 150 mm x 300 mm, os resultados de resistência à compressão do concreto Classe C30 e CAR no laboratório A, exibidos na Figura [3.1], apresentaram médias de 35,9 MPa e 67,7 MPa, e os respectivos coeficientes de variação foram de 1,5 % e 6,8 %. Já, no laboratório B, os resultados de resistência à compressão apresentaram médias de 36,6 MPa e 62,8 MPa, e os respectivos coeficientes de variação foram de 2,2 % e 3,6 %. Quanto à dimensão 150 mm x 300 mm, verificou-se que o concreto Classe C30 apresentou maior dispersão no laboratório B, isto é, o concreto Classe C30 teve 0,7 % a mais de coeficiente de variação no laboratório B em relação ao laboratório A. Já, o CAR apresentou maior dispersão no laboratório A, ou seja, o CAR teve 3,2 %

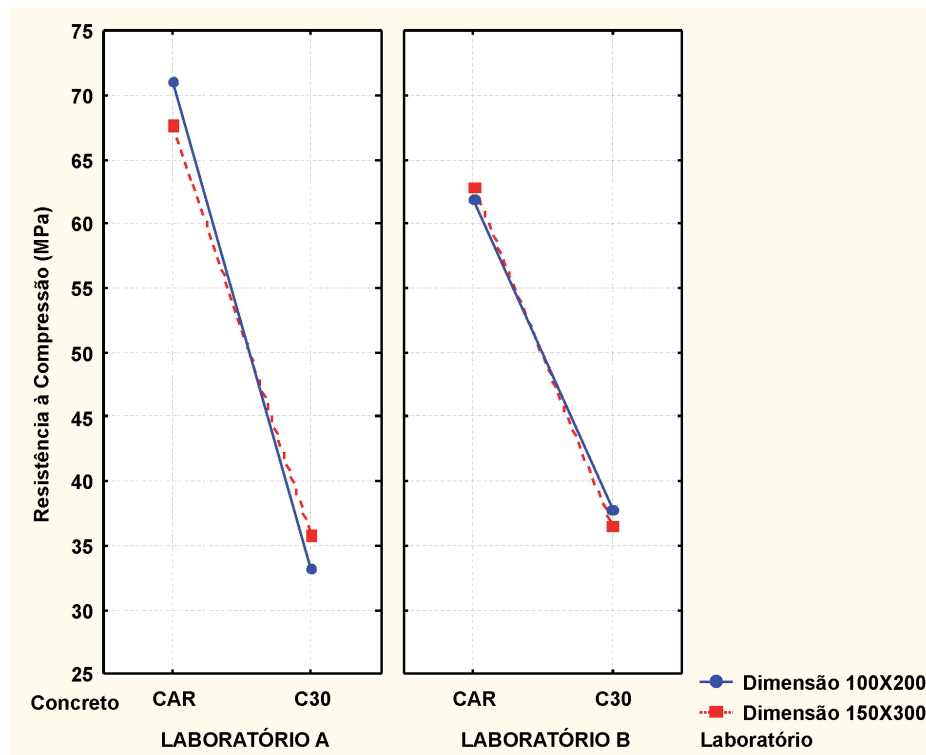


Figura 3.1 – Resistência média à compressão, por dimensão do corpo de prova, classe de concreto e tipo de laboratório.

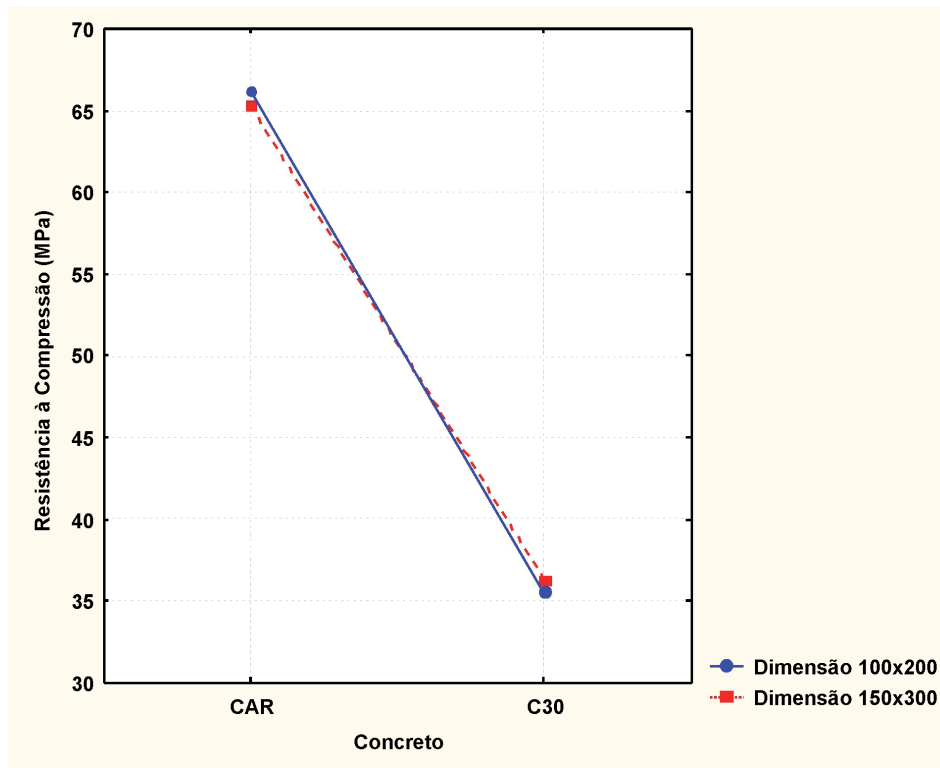


Figura 3.2 – Resistência média à compressão: efeito do tipo de concreto e da dimensão do corpo de prova, englobando os valores obtidos por todos os laboratórios.

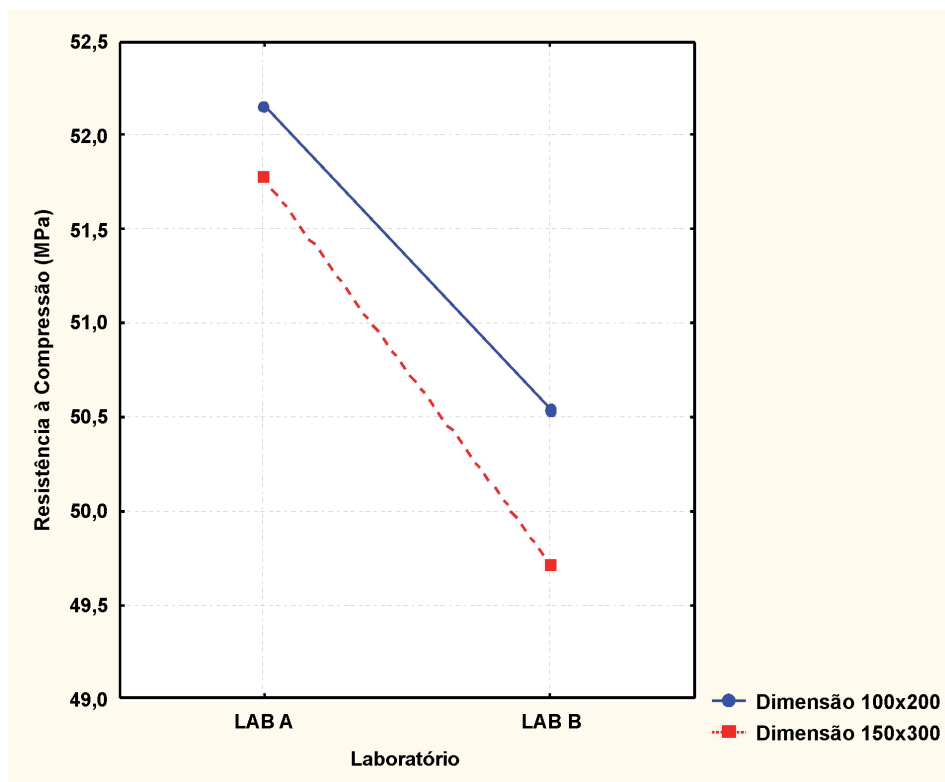


Figura 3.3 – Resistência média à compressão: efeito do tipo de laboratório (LAB = LABORATÓRIO) e efeito da dimensão do corpo de prova, englobando os valores médios obtidos nos tipos de concreto.

a mais de coeficiente de variação no laboratório A comparado com o laboratório B.

Devido ao fato dos corpos de prova com dimensão 100 mm x 200 mm apresentarem as maiores dispersões de resultados, a variável dimensão do corpo de prova foi destacada nas análises subsequentes, apresentadas pelas Figuras [3.2] e [3.3].

A Figura [3.2] mostra o efeito significativo do tipo de concreto, tendo o CAR (Concreto de Alta Resistência) apresentado os resultados de resistência à compressão média superiores. Quanto aos corpos de prova com dimensão 100 mm x 200 mm, os resultados de resistência à compressão do concreto Classe C30 e CAR, exibidos na Figura [3.2], apresentaram médias de 35,6 MPa e 66,3 MPa, e os respectivos coeficientes de variação foram de 7,3 % e 9,7 %. Já, quanto aos corpos de prova com dimensão 150 mm x 300 mm, os resultados de resistência à compressão apresentaram médias de 36,2 MPa e 65,4 MPa, e os respectivos coeficientes de variação foram de 2,1 % e 6,7 %.

Quanto ao concreto Classe C30 verificou-se que os corpos de prova com dimensão 100 mm x 200 mm apresentaram maior dispersão (coeficiente de variação 5,2 % maior) em relação aos corpos de prova com dimensão 150 mm x 300 mm. Quanto ao CAR, verificou-se que os corpos de prova com dimensão 100 mm x 200 mm apresentaram maior dispersão (coeficiente de variação 3 % maior) comparado aos corpos de prova com dimensão 150 mm x 300 mm.

A Figura [3.3] mostra o efeito significativo do tipo de laboratório e da dimensão do corpo de prova, tendo o laboratório A apresentado os resultados de resistência à compressão maiores.

Quanto aos corpos de prova com dimensão 100 mm x 200 mm, os resultados de resistência à compressão nos laboratórios A e B, exibidos na Figura [3.3], apresentaram médias de 52,2 MPa e 50,5 MPa, e os respectivos coeficientes de variação foram de 37,5 % e 25,8 %. Já, quanto aos corpos de prova com dimensão 150 mm x 300 mm, os resultados de resistência à compressão nos laboratórios A e B apresentaram médias de 51,8 MPa e 49,7 MPa, e os respectivos coeficientes de variação foram de 32,1 % e 27,3 %.

Quanto ao laboratório A verificou-se que os corpos de prova com dimensão 100 mm x 200 mm apresentaram maior dispersão (coeficiente de variação 5,4 % maior) em relação aos corpos de prova com dimensão 150 mm x 300 mm. Quanto ao laboratório B verificou-se que os corpos de prova com dimensão 150 mm x 300 mm apresentaram maior dispersão (coeficiente de variação 1,5 % maior) comparado aos corpos de prova com dimensão 100 mm x 200 mm.

4 Conclusões

O verdadeiro escopo de uma pesquisa consiste em fornecer dados capazes de subsidiar respostas e soluções para as incógnitas existentes nos vários campos do conhecimento humano. Assim, as considerações finais visam compilar as informações mais importantes, arrematar os resultados e assentar os aspectos práticos do estudo, facilitando o acesso do meio técnico às descobertas científicas.

As considerações finais retiradas da apresentação e análise dos resultados expostos anteriormente consideraram: a influência da classe do concreto, a dimensão do corpo de prova, o tipo de laboratório de ensaio, bem como a comparação entre estas variáveis obtidas no estudo e sua aplicabilidade na análise e inspeção das estruturas de concreto.

O conhecimento da resistência à compressão do concreto é matéria de fundamental importância, tanto nas etapas de projeto e execução como no caso de avaliações sobre a qualidade das estruturas em uso. Faz-se necessário compreender os conceitos relativos, as prescrições de ensaio e as variáveis que exercem influência, para interpretar os resultados e descartar possíveis discrepâncias ocasionadas por deficiências do equipamento de ensaio ou do operador.

1. Quanto ao concreto Classe C30, verificou-se que os corpos de prova com dimensão 100 mm x 200 mm apresentaram maior dispersão (coeficiente de variação 5,2% maior) em relação aos corpos de prova com dimensão 150 mm x 300 mm. Quanto ao concreto Classe C60, verificou-se que os corpos de prova com dimensão 100 mm x 200 mm apresentaram maior dispersão (coeficiente de variação 3% maior) comparado aos corpos de prova com dimensão 150 mm x 300 mm (Figura [3.2]). Portanto, os corpos de prova com dimensão 100 mm x 200 mm apresentaram maior dispersão. Este comportamento também foi obtido pela pesquisa de MARTINS (2008 [3]).

2. Quanto ao laboratório A, verificou-se que os corpos de prova com dimensão 100 mm x 200 mm apresentaram maior dispersão (coeficiente de variação 5,4 % maior) em relação aos corpos de prova com dimensão 150 mm x 300 mm. Quanto ao laboratório B, verificou-se que os corpos de prova com dimensão 150 mm x 300 mm apresentaram maior dispersão (coeficiente de variação 1,5 % maior) comparado aos corpos de prova com dimensão 100 mm x 200 mm (Figura [3.3]).

3. Apesar dos resultados obtidos a partir dos corpos de prova 100 mm x 200 mm apresentarem maior dispersão (maior coeficiente de variação), não é significativa a diferença destes com relação aos resultados obtidos a partir de corpos de prova 150 mm x 300 mm (evidenciado na Tabela [3.2]).

4. Os laboratórios participantes do ensaio mostraram grande divergência de resultados, embora estivessem seguindo as diretrizes de norma. Isto serve de alerta da necessidade do aprofundamento das investigações, principalmente no que tange à influência dos tipos de concreto, dimensões de corpos de prova e aos diferentes processos utilizados pelos laboratórios envolvidos no estudo.

5. Apesar dos resultados obtidos a partir dos corpos de prova 100 mm x 200 mm apresentarem maior dispersão (maior coeficiente de variação), não é significativa a diferença destes com relação aos resultados obtidos a partir de corpos de prova 150 mm x 300 mm (evidenciado na Tabela [3.2]).

De um modo geral as etapas de inspeção das estruturas de concreto envolvem uma série de atividades que vão desde a análise e coleta de projetos e especificações até o planejamento e desenvolvimento da metodologia de investigação. Além disso, a eficácia da avaliação depende de conhecimento e experiência por parte do investigador. O sucesso da aplicação das correlações obtidas neste estudo está profundamente associado à perícia do profissional e ao conhecimento prévio sobre o método de determinação da resistência à compressão do concreto.

Salienta-se que os resultados aqui obtidos são válidos para os materiais e condições de ensaios adotadas, portanto, deve-se considerar este limite da pesquisa.

5 Agradecimentos

A todos do Curso de Mestrado em Engenharia Civil da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, à Empresa Carlos Campos Consultoria e Construções Ltda., à Furnas Centrais Elétricas, à Empresa Realmix Concreteira. Essa pesquisa foi realizada com os apoios da Universidade Federal de Goiás e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil.

6 Referências Bibliográficas

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 5738:Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

[2] _____. NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

[3] MARTINS, DANILO GOMES. Influência do tamanho do corpo de prova nos resultados de ensaios de módulo de deformação e resistência à compressão e suas correlações para concretos produzidos em Goiânia-GO [manuscrito] / Danilo Gomes Martins. – 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, 2008.