

INFLUÊNCIA DE DOIS TIPOS DE CAPEAMENTO DE CORPOS-DE-PROVA DE CONCRETO

Influence of two types of capping of specimens used in the concrete samples

Mateus Justino Silva¹, Rubia Ricceli², Barbara Ponciano², Diego Haltiery dos Santos², Augusto Cesar da Silva Bezerra³, Ricardo Andre Fiorotti Peixoto⁴

(1) *Mestrando em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais*

mateusengenheiro@yahoo.com.br

(2) *Aluno de Graduação, Universidade Federal de Ouro Preto*

(3) *Professor Mestre, Campus Araxá, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais*
augustobezerra@araxa.cefetmg.br;

(4) *Professor Doutor, Universidade Federal de Ouro Preto*
ricardofiorotti@em.ufop.br

Resumo

Este trabalho avaliou de dois métodos de regularização das superfícies de corpos-de-prova cilíndricos de concreto para o ensaio de resistência à compressão axial. Os métodos utilizados em laboratório para a regularização foram o capeamento feito com enxofre e a retificação em faceadora. O controle da qualidade do concreto é feito principalmente pela avaliação da sua resistência a compressão por meio de ensaios de ruptura de corpos-de-prova em idades pré-estabelecidas. Os corpos-de-prova de concreto endurecido para o ensaio de resistência à compressão, comumente, são cilíndricos com relação diâmetro pela altura de 0,5 e as dimensões mais utilizadas são 100x200mm e 150x300mm. Para que ocorra uma distribuição uniforme de tensão nas superfícies dos corpos-de-prova e com isso os resultados de resistência à compressão sejam confiáveis com uma pequena dispersão e adequada confiabilidade, os dois topos do corpo-de-prova deve-se receber um acabamento superficial para que se tornem planos, lisos e perpendiculares ao eixo longitudinal da peça, evitando uma diminuição da resistência final do concreto devido à excentricidade. O método de capeamento com mistura de enxofre mostra-se muito prático, barato, rápido e confiável, embora ofereça diversos riscos à saúde. A retificação é um método fácil, moderno e sem maiores danos à saúde, realizado através de vários tipos de máquinas retificadoras. A presente pesquisa apresenta a comparação dos resultados entre amostras capeadas com enxofre derretido e retificadas, para isso realizou-se um traço de concreto com resistência à compressão de 35MPa, rompimento aos 28 dias de idade, total de 20 corpos-de-prova cilíndricos 100x200mm (10 para capeamento e 10 para retífica). Analisando os resultados dos ensaios percebe-se que as amostras retificadas obtiveram resultados compatíveis com as capeadas.

Palavra-Chave: Capeamento de enxofre, Retificação de superfícies, Ensaio de resistência à compressão, Concreto

Abstract

This study evaluated two methods of regularization of the specimens of concrete for testing of compressive strength. The methods used for regularization were made with sulfur capping and surface grinding. The quality control of concrete is done primarily by evaluating the compressive strength by testing the rupture of specimens used in evidence in pre-established age. The specimens used in hardened concrete evidence for testing the compressive strength, commonly, are cylindrical with diameter and height ratio of 0.5 and the dimensions are more used 100x200mm and 150x300mm. To achieve a uniform distribution of stress on the surfaces of the specimens used in this test and the results of compressive strength can be trusted with a

small dispersion and adequate reliability, the two peaks of body-of-evidence must receive a finish surface to become flat, flat and perpendicular to the longitudinal axis of the piece, avoiding a decrease in ultimate strength of concrete due to the eccentricity. The method of capping with mixture of sulfur shown to be very convenient, cheap, fast and reliable, although it offers many health risks. Rectification is an easy, modern and without much damage to health, accomplished through various types of surface grinding machines. This research presents a comparison of results between sulfur capped and surface grinding for a mix of concrete with compressive strength of 35MPa, breaking the 28-day-old and 20 cores cylindrical of 100x200mm (10 to 10 for sulfur capping and surface grinding). Analyzing the results of tests it is observed that the rectified samples obtained results consistent with the sulfur cap.

Keywords: concrete, sulfur capping, compressive stress

1 Introdução

Cada vez mais têm sido fabricados concretos de elevadas resistências, que possuem em sua composição diferentes materiais, ou mesmo adições inéditas. Muitas das vezes é necessário realizar ensaios cujos resultados sejam capazes de expressar a influência desses materiais, ou seja, os resultados não deveriam ser influenciados por nada além da variável analisada (BEZERRA, 2007).

A resistência mecânica à compressão é determinada por meio de ensaios de compressão uniaxial de corpos-de-prova moldados especialmente para essa finalidade. Entretanto, relatos da literatura indicam que os resultados desse ensaio apresentam grande dispersão (SCANDIUZZI e ANDRIOLO, 1986; PATNAIKA e PATNAIKUNIB, 2001; LIMA e BARBOSA, 2002; MARCO, REGINATTO e JACOSKI, 2003).

Isto poderia estar relacionado à qualidade intrínseca do concreto, ou seja, ao consumo de cimento por metro cúbico, ao fator água-materiais cimentícios e às propriedades do cimento e dos agregados. Por outro lado, para um mesmo concreto, os resultados do ensaio de compressão parecem depender de variáveis relativas à geometria, dimensões e grau de adensamento do corpo-de-prova, assim como da planicidade, paralelismo e perpendicularidade em relação ao eixo das superfícies de carga dos corpos-de-prova. Outros fatores de influência seriam a velocidade de aplicação do carregamento e a rigidez do equipamento de ensaio.

Quanto à geometria e às dimensões, os corpos-de-prova são padronizados para o ensaio de compressão, sendo permitido mais de uma forma e tamanho. As normas nacionais e americanas especificam métodos para o adensamento manual e mecanizado dos corpos-de-prova. No entanto, as nacionais sugerem o uso do primeiro tipo. A aplicação do carregamento tem sido feita a diferentes velocidades. Na literatura existem referências de taxa que variam de 0,07 a 0,80MPa/s (SCANDIUZZI e ANDRIOLO, 1986; ABNT, 1994; COUTINHO e GONÇALVES, 1994; ABNT, 1996). No entanto, pouco se conhece sobre a influência desta variação nos resultados encontrados para concretos. O mesmo ocorre no que diz respeito à rigidez do equipamento utilizado. No tocante a superfície dos corpos-de-prova a situação se torna ainda mais complexa.

Para a execução do ensaio de compressão, é necessário que as superfícies onde se aplicam as cargas sejam planas, paralelas, lisas e perpendiculares ao eixo longitudinal do corpo-de-prova, de modo que o carregamento seja uniformemente distribuído. São utilizadas com essa finalidade diversas técnicas e materiais: capeamentos colados e não colados, sistemas de desgaste mecânico e sistemas de moldes especiais.

Atualmente, as regularizações das bases mais utilizadas são a retífica e os capeamentos com argamassas de enxofre e os com almofadas elastoméricas. Podem-se citar também os capeamentos com pastas e argamassas de cimento, e com almofadas de areia. Outra solução adotada é a utilização de moldes que proporcionem superfícies planas e paralelas no momento da confecção dos corpos-de-prova, dispensado assim o uso de capeamentos.

Segundo SCANDIUZZI e ANDRIOLO (1986), pequenas irregularidades na superfície já são suficientes para provocar excentricidade pelo carregamento desuniforme e, conseqüentemente, uma diminuição da resistência final, como demonstra a figura 1 (BUCHER e RODRIGUES FILHO, 1983).

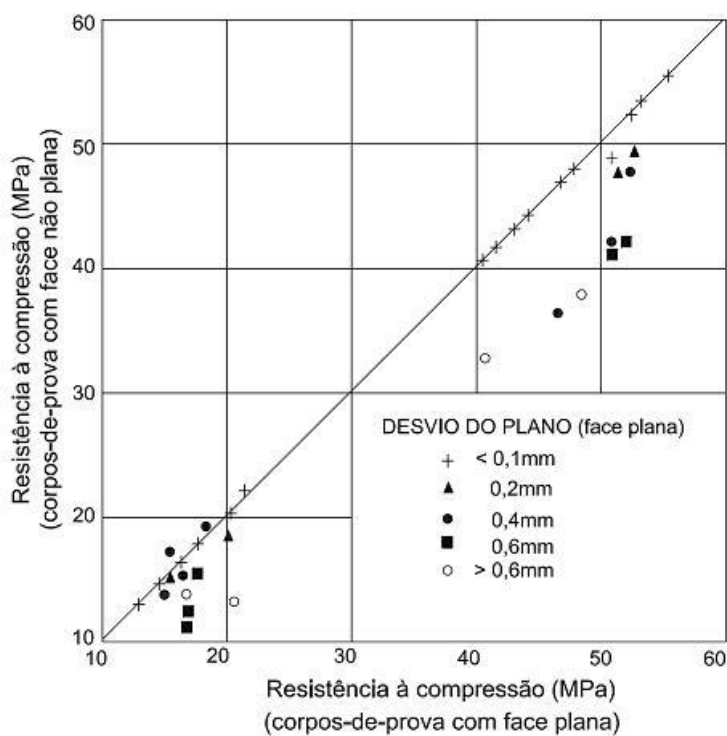


Figura 1 - Influência da planeza da superfície de carga de corpos-de-prova cúbicos de concreto sobre a resistência à compressão (adaptado de BUCHER e RODRIGUES FILHO, 1983)

A norma ASTM C 39 (ASTM, 2003) requer que as extremidades dos corpos-de-prova sejam retificadas ou capeadas de modo que as superfícies do carregamento sejam planas dentro de 0,05mm e perpendiculares ao eixo longitudinal do corpo-de-prova com desvio máximo de 0,5°.

Para garantir a distribuição uniforme de tensões quando as faces a serem comprimidas não estão planas existem, basicamente, três sistemas de regularização das bases dos corpos-de-prova:

- sistemas de capeamento colados;
- sistemas de capeamento não colados;
- sistemas de desgaste mecânico;

Os sistemas de capeamento colados ou aderente consistem no uso de materiais que formam uma camada regular que adere, fisicamente ou quimicamente, à superfície da base do corpo-de-prova.

Segundo a Norma Brasileira NBR 5738/2003 (ABNT, 2003), o capeamento consiste no revestimento dos topos dos corpos-de-prova com uma fina camada de material apropriado, com as seguintes características:

- aderência ao corpo-de-prova;
- compatibilidade química com o concreto;
- fluidez, no momento de sua aplicação;
- acabamento liso e plano após endurecimento;

- resistência à compressão compatível com os valores normalmente obtidos em concreto.

Em caso de dúvida, a adequabilidade do material de capeamento utilizado deve ser testada por uma comparação estatística, com resultados obtidos de corpos-de-prova cujos topos foram preparados por retificação.

A NBR 5738/2003 (ABNT, 2003) cita que:

- deve ser utilizado um dispositivo auxiliar, denominado capeador, que garanta a perpendicularidade da superfície obtida com a geratriz do corpo-de-prova;
- a superfície resultante deve ser lisa, isenta de riscos ou vazios e não ter falhas de planicidade superiores a 0,05mm em qualquer ponto;
- a espessura da camada de capeamento não deve exceder 3mm em cada topo.

Outros processos podem ser adotados, desde que estes sejam submetidos à avaliação prévia por comparação estatística, com resultados obtidos de corpos-de-prova capeados por processo tradicional, e os resultados obtidos apresentem-se compatíveis com este processo.

A Norma Mercosul NM 77:96 (CMN, 1996) e a NBR 5738/2003 (ABNT, 2003) estabelecem que a preparação das bases de corpos-de-prova cilíndricos de concreto fresco deve ser realizada com pasta ou argamassa de cimento e a preparação dos corpos-de-prova cilíndricos de concreto endurecido e dos testemunhos cilíndricos de estruturas de concreto deve ser realizada com argamassas de enxofre ou por processo de desgaste mecânico, com disco diamantado.

SCANDIUZZI E ANDRIOLO (1986) alcançaram resistências à compressão maiores e variações menores dos resultados nos ensaios que utilizaram capeamento com enxofre, conforme tabela 1.

Tabela 1 - Influência do capeamento na resistência da argamassa (SCANDIUZZI e ANDRIOLO, 1986)

Valores	Cimento	Resistência à compressão					
		3 dias		7 dias		28 dias	
		Tipo de capeamento					
		Mistura Enxofre *	Pasta de Cimento **	Mistura Enxofre *	Pasta de Cimento **	Mistura Enxofre *	Pasta de Cimento **
Média (MPa)	A***	20,8	18,7	25,7	22,9	34,1	29,2
Coeficiente de variação (%)		1,2	6,8	2,0	4,3	1,6	9,8
Média (MPa)	B****	12,4	11,7	20,4	18,7	37,3	35,8
Coeficiente de variação (%)		2,0	4,3	2,1	5,5	2,2	4,4

* Enxofre 67,5% e 32,5% de areia quartzosa com finura Blaine 2.000 cm²/g;

** Pasta de consistência normal;

*** Composição do Cimento A: Clínquer (88,4%), Escoria (11,3%), Calcário (0,1%), Gesso (0,2%).

Valor médio de massa específica: Xilol (xileno) - 3,08 g/cm³ e Querosene 3,07 g/cm³.

**** Composição do Cimento B: Clínquer (47,1%), Escoria (52,2%), Calcário (0,4%), Gesso (0,3%).

Valor médio de massa específica: Xilol (xileno) - 3,06 g/cm³ e Querosene 3,05 g/cm³.

BUCHER e RODRIGUES FILHO (1983) chegaram às seguintes conclusões sobre as propriedades do material para capeamento:

- tanto a resistência mecânica como o módulo de elasticidade devem ser iguais ou superiores ao dos corpos-de-prova no instante do ensaio;
- o capeamento deve, em curto espaço de tempo, desenvolver elevadas resistências à compressão, de forma a que no caso de danos sofridos na camada momentos antes do ensaio ou para o remate de testemunhos recém-chegados ao laboratório para ensaio, possa o mesmo ser rapidamente aplicado sem interferir na idade do ensaio;
- a espessura da camada de capeamento deve ser a menor possível e de no máximo 3mm;
- o material deve ter uma boa aderência com a superfície da argamassa e/ou concreto;
- o material deve ser homogêneo e isotrópico;
- tanto as condições de aplicação do capeamento, como o próprio material utilizado, não devem afetar sensivelmente as propriedades do corpo-de-prova;
- a manipulação deve ser simples e segura, do ponto de vista do ensaio;
- o custo de processo de capeamento deve ser o menor possível, considerando mão-de-obra, aparelhagem, material, etc.

O presente trabalho avalia, através de experimentos, as influências da regularização das bases dos corpos-de-prova de concreto com capeamento de enxofre e retificação.

1.1 Capeamento com enxofre

Segundo BUCHER e RODRIGUES FILHO (1983), o capeamento com uma mistura de enxofre com filler inerte, aplicada em estado líquido (fundida) tem sido utilizado desde o final da década de 20 pela facilidade de aplicação, embora seu manuseio seja perigoso, exigindo precauções quanto à segurança.

Atualmente, tem-se utilizado somente o enxofre sem adições em estado líquido (fundido) para o capeamento.

O uso do enxofre como material de capeamento tem como vantagens o endurecimento rápido, alta produtividade no tocante a número de unidades capeadas num determinado período de tempo, boa aderência e elevada resistência à compressão às primeiras horas de idade (BUCHER e RODRIGUES FILHO, 1983).

A NM 77:96 (CMN, 1996) prevê a preparação de bases de corpos-de-prova de concreto endurecido em cura úmida ou curado ao ar com argamassa de enxofre. Recomenda-se corte com disco diamantado quando os corpos-de-prova de concreto apresentarem uma base muito irregular e não possa realizar o capeamento com argamassa de enxofre, de forma a obter uma superfície perfeitamente plana, que permita realizar o ensaio de compressão.

A NM 77:96 (CMN, 1996), recomenda que a resistência à compressão da argamassa de enxofre seja superior a 34,5MPa após 2h a sua moldagem, e permite que qualquer material seja utilizado para preparar as bases, desde que a espessura da camada seja no mínimo 3mm e em nenhum ponto da superfície exceda a 8 mm. Cita, ainda, que o material de capeamento não deve fluir nem fraturar durante o ensaio dos corpos-de-prova e deve apresentar resistência à compressão e módulo de elasticidade superiores ao do

concreto a ser ensaiado. A norma recomenda a seguinte dosagem aproximada em massa para a argamassa de enxofre:

- 75% de enxofre;
- 5% de grafite;
- 20% de material inerte.

Para garantir que o capeamento com enxofre fundido atenda os quesitos de espessura da camada, perpendicularidade da face com o eixo longitudinal do corpo-de-prova e obtenha superfície perfeitamente plana, é utilizado um capeador de enxofre, que é composto pelo gabarito capeador e prato de capeamento, que podem ser vistos na figura 2.

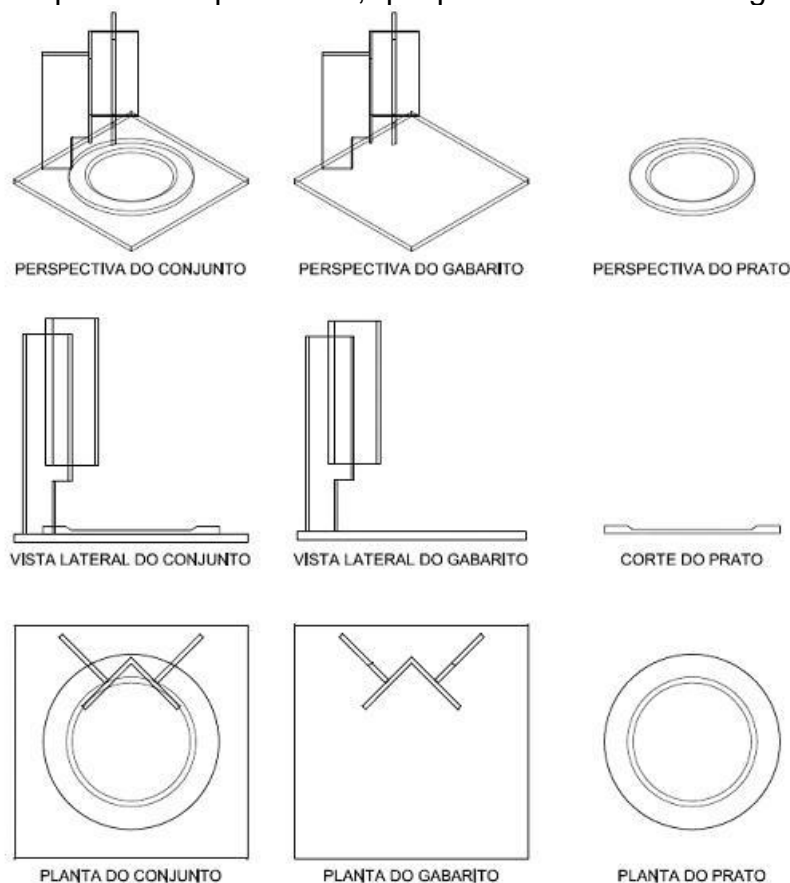


Figura 2 - Capeador de enxofre para corpos-de-prova de concreto

Ainda segundo a NM 77:96 (CMN, 1996), a argamassa de enxofre deve ser formada por uma mistura de enxofre, grafite e material granuloso que passe pela peneira 150 μ m devendo desenvolver, na ocasião do ensaio, resistência à compressão superior a resistência prevista para o corpo-de-prova a ser ensaiado.

A norma ASTM C 617 (ASTM, 1998), prevê a preparação da argamassa de enxofre no mínimo 2h antes do ensaio para concretos com resistência menor que 35MPa. Para concretos com resistência igual ou superior a 35MPa, o capeamento de argamassa de enxofre deve ser preparado pelo menos 16h antes do ensaio. Quando corpos-de-prova de concretos de alta resistência são capeados, a espessura e a resistência do capeamento

são mais importantes do que para concretos normais. Um capeamento uniforme a uma espessura de 2mm ou menos se faz necessário para concretos de alta resistência. Espessuras de capeamentos maiores resultam em resistências à compressão menores dos corpos-de-prova (ACI, 1998).

A NBR 7215/1996 (ABNT, 1996), que trata a determinação de resistência a compressão de cimentos portland, diz que o material para capeamento deve ser preparado fundindo-se enxofre com caulim, pozolanas, quartzo em pó ou outras substâncias, em proporções tais que não interfiram no resultado do ensaio. Os corpos-de-prova devem ser capeados com a mistura de enxofre a quente, de maneira que a camada formada em cada extremidade satisfaça às condições geométricas e apresente espessura máxima de 2mm. Usualmente compostos comuns de enxofre alcançam resistências à compressão em cubo de 50mm não menor que 35MPa, sendo possível encontrar compostos de altas resistências chegando a resistências de 70MPa (MARCO; REGINATTO e JACOSKI, 2003; ACI, 1998). Argamassas de enxofre com resistência variando de 55 e 70MPa são capazes de capearem corpos-de-prova de concretos de até 70MPa sem haver grandes variações nos resultados. Para concretos de resistência superior a 70MPa os resultados encontrados variam muito (ROSENBAUM, 1990 apud ACI, 1998)

A determinação da resistência à compressão em um cubo de 50mm se passa em condições de ensaio diferentes dos compostos de capeamento dentro de uma camada fina (2mm a 3mm) que é comprimida entre o corpo-de-prova e os pratos da prensa de ensaio. No capeamento fino, o composto de enxofre é comprimido num estado confinado e sabe-se que materiais confinados exibem resistência à compressão aparente muito maior do que os não confinados (LESSARD e AÏTCIN, 1992 apud MARCO; REGINATTO e JACOSKI, 2003; ACI, 1998), conforme se vê na figura 3.

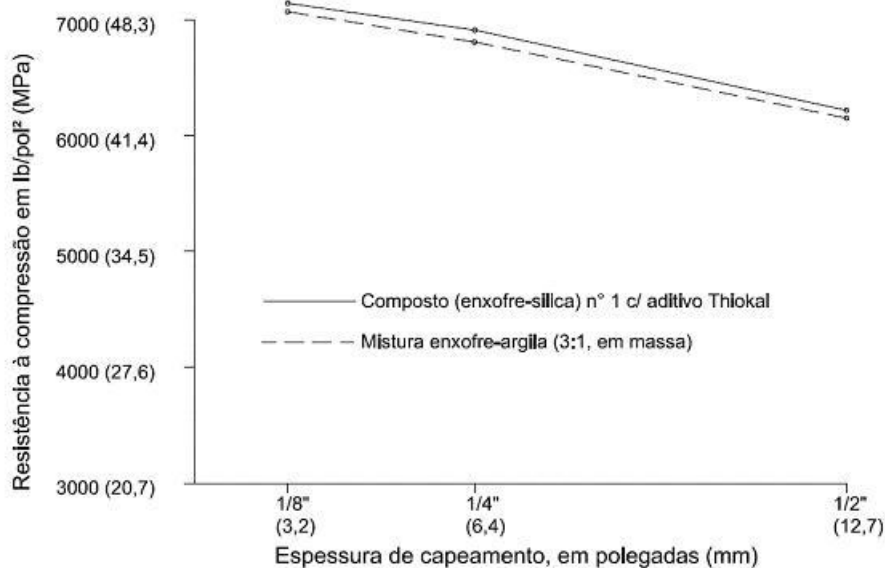


Figura 3 - Influência da espessura do capeamento sobre a resistência à compressão (BUCHER e RODRIGUES FILHO, 1983)

A grande desvantagem do capeamento com argamassa de enxofre é a liberação do gás sulfídrico durante a fusão do enxofre em pó quando contaminado com materiais ANAIS DO 53º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - CBC2011 – 53CBC

orgânicos, como parafina ou óleo. Em concentrações elevadas é letal. É aconselhável que o recipiente de derretimento esteja dentro de uma capela de exaustão com as emanações esgotadas fora do ambiente para impedir o acúmulo do gás (UDOT/TTQP, 2005; ASTM, 1998). O risco de inalação do gás dióxido de enxofre (SO_2) que formado como produto da combustão é altamente tóxico e irritante para as mucosas das vias respiratórias. Os sintomas da inalação do SO_2 vão de uma simples tosse até a morte. Esse gás é perigoso porque, ao se combinar com a água e com o oxigênio, forma ácido sulfúrico. Esta reação química é $\text{SO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$, a mesma que acontece nas nuvens, quando se forma a chuva ácida. Na fusão do enxofre devido às impurezas de hidrocarbonetos, é liberado gás sulfídrico ou sulfeto de hidrogênio (H_2S) somente gerado em temperaturas acima de 120°C , que é altamente tóxico mesmo em baixas concentrações. E é um gás incolor, forma mistura explosiva com o ar, altamente tóxico, possui cheiro de ovo podre em baixas concentrações e inibe o olfato em concentrações elevadas.

1.2 Retificação

Consiste na remoção, por meios mecânicos, de uma fina camada de material do topo a ser preparado. Esta operação é normalmente executada em máquinas especialmente adaptadas para essa finalidade, com a utilização de ferramentas abrasivas. A retificação deve ser feita de tal forma que se garanta a integridade estrutural das camadas adjacentes à camada removida, e proporcione uma superfície lisa e livre de ondulações e abaulamentos. As falhas de planicidade em qualquer ponto da superfície obtida, não devem ser superiores a 0,05mm (ABNT, 2003).

A NM 77:96 (CMN, 1996), diz que quando os corpos-de-prova de concreto apresentar em uma base muito irregular e não se possa realizar o capeamento com argamassa de enxofre, deve-se proceder ao corte com disco diamantado, de forma a obter uma superfície perfeitamente plana, que permita realizar o ensaio de compressão.

O investimento inicial e o custo de operação dos equipamentos de retifica, geralmente, são muito altos em comparação com os demais sistemas de capeamento, desta forma restringindo seu uso.

2 Materiais e métodos

Neste trabalho foram moldados 20 corpos-de-prova de concreto dosados para $F_{CK} = 35\text{MPa}$ em central de concretagem. A moldagem e cura dos corpos de prova seguiram as recomendações preconizadas pela NBR 5738 (ABNT, 2003). Após a moldagem, os corpos de prova foram mantidos nos moldes durante 24h, e após a desmoldagem permaneceram em câmara úmida com temperatura e umidade controlada para cura até o dia anterior a realização dos ensaios de resistência à compressão. Após aos 28 dias de cura em cara úmida os corpos-de-prova tiveram suas bases de carga preparadas e foram ensaios à compressão. Dos 20 corpos-de-prova de concreto, 10 foram capeamentos com enxofre e 10 foram reticados. Para o capeamento com enxofre foi utilizado enxofre puro fundido em pote térmico a 150°C . A retifica utilizada foi do laboratório de concreto do CEFET-MG e fabricada pela CONTENCO.

Os ensaios de resistência a compressão foram realizados de acordo com a NBR 5739 (ABNT, 1994). Para a determinação da resistência à compressão dos traços os corpos de prova foram rompidos em uma prensa modelo *Forney FT – 40* com capacidade 125.000 kg com velocidade de carregamento de $0,45 \pm 0,15$ MPa/s.

3 Resultados

Na Figura 1 são apresentados os resultados de resistência à compressão de dois conjuntos de dez corpos-de-prova capeados com enxofre e retificados. Na figura são representados as médias, as medianas e os valores máximos e mínimos dos resultados obtidos, sendo a média representada pela barra retangular, a mediana pelo quadrado, e o maior e menor resultado obtido pelos corpos posicionados acima e abaixo da mediana. Analisando os resultados percebe-se que os resultados dos corpos de prova retificados são coerentes com os corpos-de-prova capeados com enxofre.

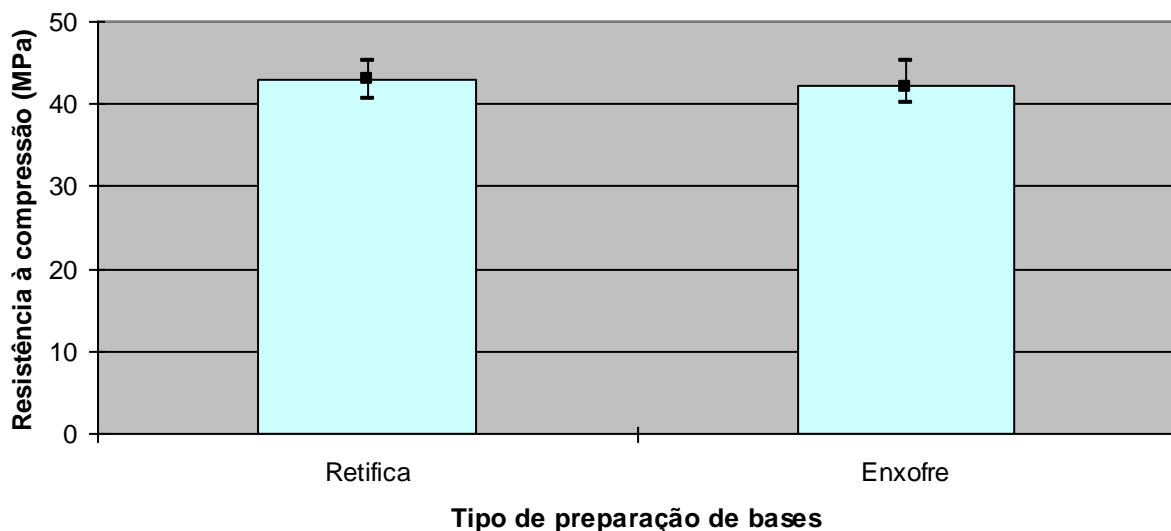


Figura 1 - Resultados de resistência à compressão de corpos-de-prova de concreto retificados e capeados com enxofre

4 Conclusão

O presente trabalho conclui que a retificação das superfícies de carga de corpos-de-prova cilíndricos de 100x200mm de concretos de resistência aproximada da Classe C40 (40 MPa) é um método válido para regularização de superfície, apresentando resultados compatíveis com corpos-de-prova capeados com enxofre.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem às agências FAPEMIG, CNPq e CAPES pelo auxílio financeiro, e bolsas disponibilizadas para a pesquisa.

6 Referências Bibliográficas

- BEZERRA, A. C. S. **Influência das Variáveis de Ensaio nos Resultados de Resistência à Compressão de Concretos: uma análise experimental e computacional.** Dissertação apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2007.
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE - **ACI 363.2R-98** - Guide to quality control and testing of High-Strength Concrete. ACI Committee 363, 1998.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 39** - Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens. ASTM Committee C09 on Concrete and concrete Aggregates, 2003.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 617** - Standard practice for capping cylindrical concrete specimens. ASTM Committee C09 on Concrete and concrete Aggregates, 1998 (Reapproved 2003).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738/2003** - Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto. ABNT/CB-18 - Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados, CE-18:301.03 - Comissão de Estudo de Ensaio Físicos para Concreto Fresco, Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739/1994** - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. ABNT/CB-18 - Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados, CE-18:301.02 - Comissão de Estudo de Ensaio Mecânicos para Concreto, Rio de Janeiro, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215/1996** - Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. CB-18 - Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados, CE-18:104.03 - Comissão de Estudo de Métodos de Ensaio de Cimento Portland, Rio de Janeiro, 1996.
- BUCHER, H. R. E. e RODRIGUES FILHO, H. C. - **Argamassas de enxofre para capeamento de corpos de prova.** Seminário sobre controle de resistência do concreto, IBRACON, São Paulo, 1983.
- COMITÊ MERCOSUL DE NORMALIZAÇÃO. **NM 77:96** - Concreto - Preparação das bases dos corpos-de-prova e testemunhos cilíndricos para ensaio de compressão. CSM 05 - Comitê Setorial de Cimento e Concreto, 1996.
- COUTINHO, A. S. e GONÇALVES, A. - **Fabrico e propriedades do betão.** Volume III, 2º Ed, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 1994.
- LIMA, F. B. e BARBOSA, A. H. - **Influência do tamanho e do tipo do corpo-de-prova na resistência à compressão do concreto.** 44º Congresso Brasileiro do Concreto, IBRACON, Belo Horizonte, 2002.
- MARCO, F. F.; REGINATTO, G. M. e JACOSKI, C. A. - **Estudo comparativo entre capeamento de neoprene, enxofre e pasta de cimento para corpos-de-prova cilíndricos de concreto.** 45º Congresso Brasileiro do Concreto, IBRACON, Vitória, 2003.
- PATNAIK A. K. e PATNAIKUNI I. - **Correlation of strength of 75 mm diameter and 100 mm diameter cylinders for high strength concrete.** Cement and Concrete Research 32, p. 607-613, 2002.

- ROSENBAUM, D. B., - **Is concrete becoming too strong to test?** Engineering News Record, V. 224, No. 3, Jan. 1990.
- SCANDIUZZI, L. e ANDRIOLO, F. R. - **Concreto e seus materiais: propriedades e ensaios.** Pini, São Paulo, 1986.
- UTAH DEPARTMENT OF TRANSPORTATION / TRANSPORTATION TECHNICIAN QUALIFICATION PROGRAM. **Use of unbonded caps in determination of compressive strength of hardened concrete cylinders fop for ASTM C 1231.** Concrete Strength Testing, UDOT/TTQP, 2003.
- UTAH DEPARTMENT OF TRANSPORTATION / TRANSPORTATION TECHNICIAN QUALIFICATION PROGRAM. **Capping concrete test specimens fop for AASHTO T 231.** Concrete Strength Testing, UDOT/TTQP, 2005.