

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DOS CONCRETOS EM SITUAÇÕES DE INCÊNDIO¹

STUDY OF CONCRETE BEHAVIOR IN FIRE SITUATIONS

**Débora Maria Schein², Rafaela Wagner³, Caroline Dos Santos Santa
Maria⁴, Nelson Seidler⁵**

¹ Projeto de pesquisa realizado na URI campus Santo Ângelo

² Bolsista de iniciação científica

³ Bolsista de iniciação científica

⁴ Bolsista de iniciação científica

⁵ Professor orientador

O concreto, quando submetido a situações de incêndio, sofre comprometimentos de suas propriedades, os quais podem alcançar grandes proporções e até mesmo resultar no colapso da estrutura. Este trabalho tem como objetivo a investigação experimental da interferência da elevação da temperatura nas propriedades do concreto. Para tanto, foram preparados traços experimentais de acordo com a metodologia de dosagem de Paulo Helene e Terzian, com o traço 1:5 de cimento e agregados. Desta forma, foram moldados 12 corpos de prova para cada temperatura e tipo de cimento estudado, 6 deles como referência, 6 submetidos a resfriamento lento e 6 ao resfriamento rápido, tipos de resfriamentos usuais em intervenções de combate a incêndios. Os cimentos utilizados foram o CP-II-32 F, CP-IV, CP-V ARI e o concreto foi sujeito a temperaturas de 300°C e 500°C. As amostras foram ensaiadas em relação à resistência à compressão e resistência à tração por compressão diametral e, de maneira geral, as maiores perdas de resistências foram observadas nos corpos de prova submetidos à temperatura de 500°C e resfriados rapidamente. Além disso, em relação ao resfriamento o CP-IV foi o que menos sofreu alterações, porém em relação à temperatura sofreu as maiores variações dentre os cimentos estudados.

Palavras Chave - Concreto, Incêndio, Resfriamento, Resistência Mecânica, Temperatura.

1. Introdução

Por ser um dos materiais mais utilizados no mundo, o concreto exige que sejam realizadas muitas pesquisas para avaliar suas propriedades em situações peculiares, como é o caso de uma eventual exposição ao fogo.

Quando uma edificação é atingida por um incêndio, os seus usuários ficam sujeitos a um elevado risco de vida e a construção pode sofrer ameaças estruturais consideráveis, podendo até ser levada ao colapso. Por tal razão, tornam-se cada vez mais importantes as pesquisas voltadas ao comportamento do concreto perante estas situações, sendo este o objetivo desse trabalho.

Em princípio, o concreto apresenta um desempenho adequado ao ser submetido a elevadas temperaturas, pois é um material não combustível e possui baixa condutividade térmica. Outro fundamento é que, durante o processo de aquecimento, o concreto não desprende gases tóxicos e resiste a um tempo considerável quando exposto ao fogo. A elevação gradual de temperatura provoca efeitos distintos no concreto, verifica-se alteração na coloração, perda de resistência

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica

mecânica, esfarelamento superficial, fissuração ou até mesmo a própria desintegração da estrutura.

2. Efeitos da alta temperatura no concreto

Sabe-se que o concreto é um material que pode ser classificado como um mal condutor de calor, devido a suas propriedades caloríficas. Sua condutividade térmica é baixa, variando de 1,4 a 3,6 J/m².s.°C/m e sua difusibilidade térmica situa-se entre 0,002 e 0,006 m²/h (Morales et. al, 2011).

De acordo com Lorenzon (2014), o tipo de agregado utilizado na produção do concreto influencia na perda de resistência à compressão devido à ação do fogo, porém, antes dos 500°C a diferença é desprezível. Tem-se que o agregado basáltico é o de menor condutividade térmica, na faixa de 2 J/m².s.C^o/m segundo Sousa (2010). Algumas das mudanças que ocorrem são o esfarelamento da superfície calcinada, a separação parcial de pequenas camadas superficiais, os chamados lascamentos explosivos (os quais costumam ocorrer a temperaturas de 250 à 400°C), a fissuração consequente da evaporação de água interna e a dilatação térmica dos componentes (Morales et.al, 2011).

3. Materiais e Métodos

Os materiais utilizados na pesquisa foram os cimentos CP II-32F, CP-IV e o CP-V ARI (todos de acordo com a NBR 16697), agregado graúdo basáltico com variação de diâmetros entre 9,5 e 19 mm (Brita 1), areia média de rio (de origem mineral) e água potável advinda da Companhia Rio-grandense de Saneamento. Para a dosagem foi utilizada a metodologia da análise experimental de Paulo Helene e Terzian, definindo o traço intermediário fixo de 1:5, de cimento e agregados, um teor argamassa de 52% e slump 8 ±1.

Foram moldados 30 corpos de prova de 10 x 20cm, para cada tipo de cimento e, 24 horas após a moldagem estes foram desmoldados, identificados e levados à câmara úmida, com 95% de umidade e temperatura de 23±2 graus Celsius, onde permaneceram por 28 dias, até serem levados à mufla para serem submetidos à elevação de temperatura. Destes, 6 foram ensaiados sem serem submetidos a elevação de temperatura, para servirem de referência ao estudo e 24 foram levados à mufla.

Os corpos de prova, após atingirem as temperaturas de 300°C ou 500°C (temperaturas estudadas), foram mantidos na mufla durante 1 hora, assemelhando-se assim a um tempo de exposição ao fogo de 1 hora. Para simular um resfriamento lento, passado esse período, para cada tipo de cimento e temperatura 6 corpos de prova foram retirados da mufla e deixados em temperatura ambiente. O resfriamento brusco foi realizado nos outros 6 corpos de prova, através da imersão dos mesmos, imediatamente após serem retirados da mufla, em água saturada de cal à temperatura de 21°C.

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica

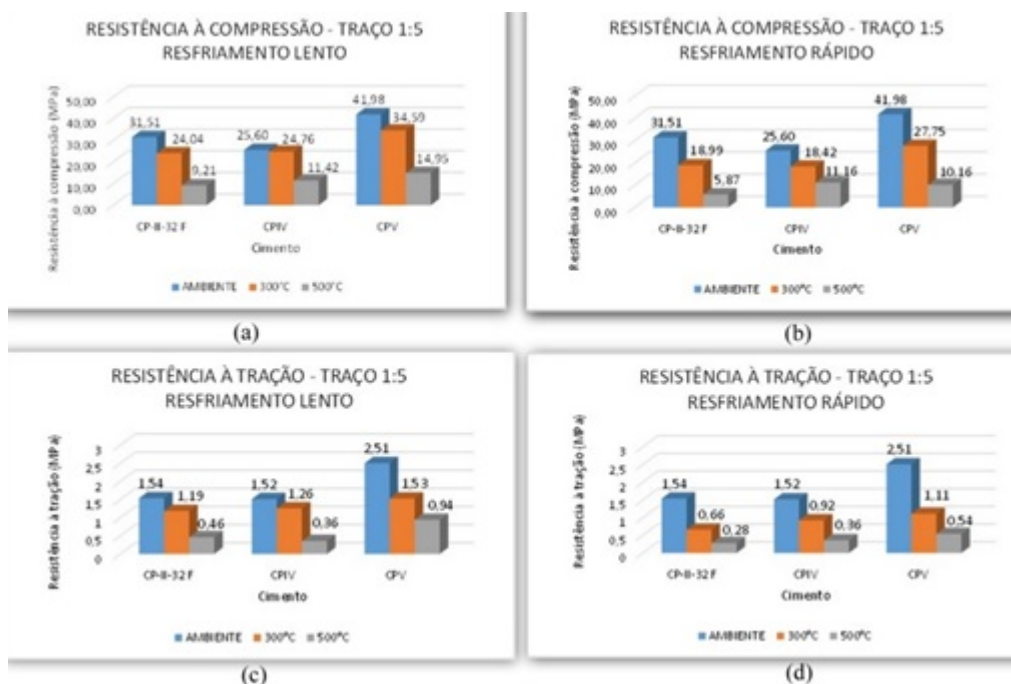


Figura 1- Corpos de prova sendo retirados da mufla

Os ensaios realizados foram o de resistência à compressão axial e resistência à tração por compressão diametral, seguindo as recomendações da NBR 5739 e da NBR 7222, respectivamente. Também foram realizadas análises científicas baseadas na Anova.

4. Resultados e Discussões

Os gráficos com os resultados das resistências obtidas estão representados na Figura 2. A Figura 3 apresenta os valores, em porcentagem, das perdas de resistência sofridas pelos corpos de prova, em relação ao tipo de resfriamento e temperatura a que foram submetidos.



Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica

Figura 2- Resultados dos Rompimentos

Resistência à compressão lento			Resistência à compressão rápido		
CIMENTO	redução a 300°C (%)	redução a 500°C (%)	CIMENTO	redução a 300°C (%)	redução a 500°C (%)
CP II	17,79	68,52	CP II	35,07	79,93
CP IV	3,27	55,39	CP IV	28,03	56,39
CP V	17,60	64,38	CP V	33,90	75,79

(a) (b)

Resistência à tração lento			Resistência à tração rápido		
CIMENTO	redução a 300°C (%)	redução a 500°C (%)	CIMENTO	redução a 300°C (%)	redução a 500°C (%)
CP II	22,94	69,91	CP II	57,14	81,82
CP IV	16,92	76,26	CP IV	39,34	76,26
CP V	38,96	62,37	CP V	55,85	78,46

(c) (d)

Figura 3- Porcentagens das perdas de resistência mecânica em relação aos corpos de prova referência

Através da análise das Figuras 2 e 3, pode-se perceber que o CP-IV, quando exposto ao resfriamento lento, quase não sofreu alterações em sua resistência à compressão a 300°C. A 500°C este tipo de cimento continuou sendo o que menos sofreu variações, porém perdeu mais de 50% da sua resistência inicial. Os resultados atingidos pelo CP-II e pelo CP-V são semelhantes entre si quando observados nestas mesmas condições.

Considerando o resfriamento rápido pode-se destacar que o CP-II foi o que mais sofreu alterações em sua resistência à compressão, seguido do CP-V, para ambas as temperaturas. O CP-IV continuou apresentando os melhores resultados de resistência para este tipo de resfriamento. Para esta condição de resfriamento e elevação da temperatura a 500°C é importante destacar que alguns corpos de prova moldados com CP-IV sofreram deterioração física, não podendo assim ser utilizados para os ensaios de resistência mecânica.

Analisando o concreto moldado com CP-V é possível perceber alterações significativas na sua resistência à compressão a 500°C, porém a 300°C este não apresentou diferenças consideráveis, o que se repete na resistência à tração. Nesta mesma análise da variância, para o CP-IV não foram verificadas alterações significativas entre os tipos de resfriamento para a mesma temperatura.

5. Conclusão

De modo geral, pode-se verificar que a diferença numérica entre as porcentagens de perda de resistência dos corpos de prova entre resfriamento lento e rápido foi considerável, porém a análise científica pela anova constatou que o único tipo de concreto com alterações significativas foi o composto de CP-V quando elevado a 500°C, nos demais não houve diferenças significativas entre os dois tipos de resfriamento nos corpos de prova rompidos à compressão. Porém nos corpos de

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica

prova rompido à tração essa diferença estatística foi facilmente perceptível e pôde-se notar grandes variações nas resistências dos corpos de prova com CP-II-F-32 tanto a 300°C quanto a 500°C e com CP-V a 500°C apenas.

Os corpos de prova formados de CP-IV apresentaram maior variação de resistência de 300°C para 500°C tanto à compressão como à tração. Na análise da variância, para o CP-IV não foram verificadas alterações significativas entre os tipos de resfriamentos para a mesma temperatura. Isso significa dizer que em relação ao resfriamento o CP-IV foi o que menos sofreu alterações, porém em relação a temperatura sofreu as maiores variações dentre os cimentos estudados.

Em todos os casos a perda numérica de resistência foi maior no resfriamento rápido e a 500°C. O concreto composto de CP-II teve a maior perda, chegando a perder 80 % de sua resistência quando rompido à tração, após passar por aquecimento a 500 graus e resfriamento rápido. O concreto que apresentou melhor desempenho foi o constituído de CP-IV, quando aquecido a 300 graus e resfriado lentamente. Este apresentou uma redução de apenas 3 % em sua resistência.

Fazendo uma análise da composição química dos cimentos, mais especificamente da propriedade de perda ao fogo, como esperado o CP-II-F foi o que obteve maior perda de resistência, já o CP-IV obteve melhor desempenho que o CP-V mesmo apresentando em sua composição um valor maior perda ao fogo que o CP-V.

Referências

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16697: Cimento Portland - Requisitos. Rio de Janeiro, 2018

HELENE, Paulo R. L.; TERZIAN, Paulo. Manual de dosagem e controle do concreto. São Paulo: Pini, 2001. 349 p.

LORENZON, A. Análise da resistência residual do concreto após exposição a altas temperaturas. Trabalho de conclusão de curso. Pato Branco, 2014.

MORALES, G.; CAMPOS, A.; FAGANELLO, A. M. P. A ação do fogo sobre os componentes do concreto. Semana: Ciências exatas e tecnológicas, Londrina, V. 32, p 47 - 55, 2011.

_____. NBR 5739: Concreto - ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2010.

_____. NBR 7211: Agregados para concreto- Especificação. Rio de Janeiro, 2009.

_____. NBR 7222: Concreto e argamassa — Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2011.

SOUSA, et.al; Efeito de altas temperaturas na resistência à compressão, resistência à tração e módulo de deformação do concreto. IBRACON, 2010.