

Influência do tempo máximo de mistura e transporte especificado pela ABNT NBR 7212:2012 na resistência a compressão de concretos usinados

Influence of the maximum time of mixture and transportation specified by ABNT NBR 7212:2012 in the resistance to the compression of usined concretes

Lucas da Silva Barboza(1); Eliseu Cunha Gonçalves(2); Tarcila Malena Souza dos Santos(3); Artur Lenz Sartorti(4)

1 Engenheiro Civil pelo UNASP (2013). Mestre em Estrutura e Construção Civil pela UFSCar (2016). Doutorando do Programa de pós-graduação em Engenharia Civil – UFSCar. Professor do Centro Universitário Adventista de São Paulo – UNASP. Brasil.

E-mail: lucas.barboza@ucb.org.br

2 Engenheiro Civil pelo UNASP (2016). Centro Universitário Adventista de São Paulo – UNASP. Brasil.

E-mail: eliseucunha@outlook.com

3 Engenheira Civil pelo UNASP (2016). Centro Universitário Adventista de São Paulo – UNASP. Brasil.

E-mail: tarcilamalenasds@gmail.com

4 Engenheiro Civil pelo UNASP (2005). Mestre em Estrutura pela UNICAMP (2008). Doutor em Ciências (Estruturas) pela USP – EESC (2015). Professor do Centro Universitário Adventista de São Paulo – UNASP. Brasil.

E-mail: artur.sartorti@ucb.org.br

Revista de Engenharia Civil IMED, Passo Fundo, vol. 4, n. 2, p. 20-33, Jul.-Dez. 2017 - ISSN 2358-6508

[Recebido: Ago. 08, 2017; Aceito: Nov. 09, 2017]

DOI: <https://doi.org/10.18256/2358-6508.2017.v4i2.2075>

Endereço correspondente / Correspondence address

Lucas da Silva Barboza

Estrada Municipal Pr. Walter Boger, s/n, km 3,4, CEP:

13165-000, Bairro Lagoa Bonita, Engenheiro Coelho – SP.

Sistema de Avaliação: *Double Blind Review*

Editor-chefe: Luciana Oliveira Fernandes

Como citar este artigo / How to cite item: [clique aqui/click here!](#)

Resumo

A NBR 7212:2012 (ABNT, 2012), estipula o tempo máximo para a entrega e lançamento total do concreto em 150 minutos; porém, na prática por vários fatores como logística, congestionamento, problemas com caminhão, entre outros, o tempo limite pode ser extrapolado. Geralmente, por falta de conhecimento técnico, adiciona-se água ao concreto como forma de alterar sua consistência dando a trabalhabilidade desejada, a fim de facilitar o lançamento e obter adequado acabamento do concreto. Este artigo tem como objetivo principal avaliar, em obra, a variação da consistência do concreto e a percentagem de perda de sua resistência à compressão, no decorrer de um período de 6 horas após o início da hidratação do cimento Portland, ocasionado pela adição de água para correção da fluidez perdida. Os resultados, como esperados, mostram uma redução na trabalhabilidade do concreto com o passar do tempo, obtendo-se, já nas 2 primeiras horas de mistura, um abatimento médio de 105 mm, ou seja, 11,54% inferior ao abatimento médio encontrado no tempo T(0) de 118,7 mm. A correção do abatimento do concreto através da adição de água, no tempo T(6), resultou no aumento da relação água/cimento ocasionando perda de 57,47% de resistência à compressão, quando comparada com as amostras do tempo T(0), aos 28 dias. As soluções oferecidas para este problema são: instruir os funcionários relacionados à concretagem; melhora da logística e utilização de aditivos, garantindo a resistência à compressão prevista na dosagem do concreto.

Palavras-chave: Concreto Usinado. Resistência à compressão. Tempo de mistura. Correção do slump do concreto.

Abstract

The Brazilian standard NBR 7212:2012 (ABNT, 2012/0, sets a time limit of 150 minutes for a concrete load to be completely discharged. However, many factors such as logistics, traffic jams, problems with the truck, among others, the time limit is extrapolated. Generally, by lack of technical knowledge, water is added to concrete in order to change its consistency giving the desired workability to facilitate the discharge the concrete, during a period of 6 hours counted after the initiation of Portland's hydration cement, due to adding water to concrete to correct the loss of flow. The results, as expected, revealed a decrease in concrete workability over time. Within the first 2 hours of concrete mixing an average slump of 10.5, which is 11.54 % lower than the average slump found at time T(0) hour, of 11.87. The correction of concrete consistency due to adding water at time T(6), resulted in the increase of water/cement's rate causing a loss of 57.47% of compressive strength, when compared with specimens at time T(0), at 28 days. The solutions offered for this problem are: educate employees related to concrete services, improve logistics and use additives to ensure the compressive strength expected at concrete recipe.

Keywords: Usined Concrete. Compressive Strenght. Mixing time. Concrete slump correction.

A resistência mecânica do concreto é definida como a capacidade do material de suportar as cargas aplicadas sobre ele, sem que o mesmo entre em ruína (ANDRADE; TUTIKIAN, 2011). A resistência à compressão do concreto normalmente é considerada sua propriedade mais importante, sendo o critério mais valorizado por projetistas e engenheiros de controle de qualidade, apesar de que em muitas situações, outras características, como durabilidade à ação de agente agressivos, permeabilidade e/ou módulo de elasticidade possam ser mais relevantes (NEVILLE, 2016).

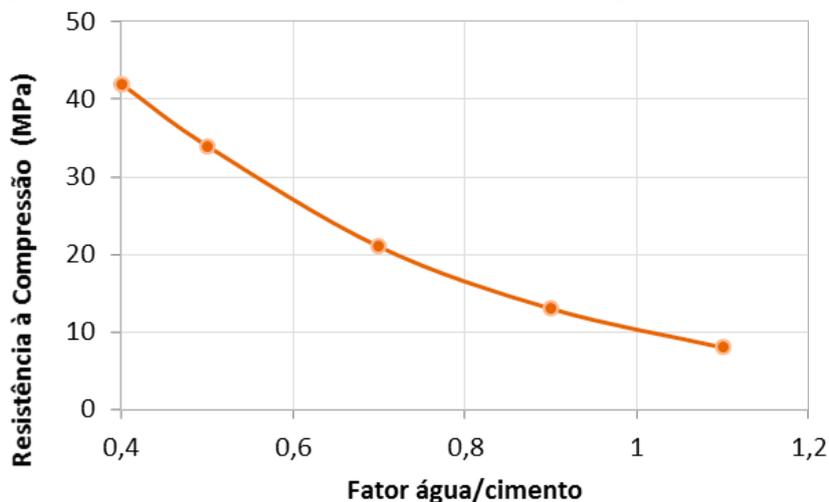
Segundo Walker e Bloem (1993), a resistência à compressão do concreto resulta da: resistência da argamassa; aderência entre a argamassa e o agregado graúdo; e resistência da partícula do agregado graúdo, ou seja, de sua capacidade de resistir a tensão aplicada. Na prática, considera-se que a resistência do concreto à compressão em uma determinada idade quando submetido à cura úmida em uma temperatura específica depende principalmente apenas de dois fatores: a relação água/cimento e o grau de adensamento (NEVILLE, 2016).

Segundo Mehta e Monteiro (2014), nos sólidos, existe uma relação inversa fundamental entre porosidade (fração de volume de vazios) e resistência. Conseqüentemente, em materiais multifásicos como o concreto, a porosidade de cada componente da microestrutura pode se tornar um fator limitante para a resistência.

De acordo com Mehta e Monteiro (2014), em 1919, Duff Abrams verificou que existe uma relação inversa e exponencial entre a resistência do concreto plenamente adensando e a sua relação água/cimento. Pode-se inferir que quando se diminui a relação água/cimento para valores muito baixos em um concreto, o mesmo apresentará elevados valores de resistência mecânica. Entretanto, para que haja uma completa hidratação do cimento, requer-se no mínimo uma relação água/cimento $\geq 0,40$. Nos concretos usuais, esta relação é mais elevada, fazendo com que a água, além de estritamente necessária para a ocorrência das reações químicas, se aloje nos interstícios dos produtos de hidratação formando vazios, conseqüentemente, reduzindo a resistência do concreto à compressão e comprometendo o módulo de elasticidade, além de apresentar o aspecto negativo na aparência final do concreto, com a formação de macrobolhas superficiais (ISAIA, 2011). A Figura 2 ilustra a relação da resistência à compressão versus relação água/cimento.

Ainda que a relação água/cimento seja importante na determinação da porosidade do concreto e, portanto, em sua resistência, fatores como adensamento e condições de cura, mineralogia e dimensão do agregado, tipos de aditivos, adições, condições de umidade e geometria do corpo de prova, tipo de tensão e velocidade de carregamento podem, também, ter efeito importante na resistência à compressão final do concreto (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

A perda de abatimento do concreto no estado fresco é um fenômeno normal e pode ser definida como sendo a perda de fluidez com o passar do tempo. A norma

Figura 2. Resistência à compressão x relação água/cimento

Fonte: Adaptado Mehta e Monteiro (2014).

brasileira responsável pelas diretrizes do ensaio de abatimento é a NBR 67:1998 (ABNT, 1998). Em condições normais, geralmente há uma perda desprezível da consistência durante os primeiros 30 minutos após o início da hidratação do cimento. Quando o concreto é mantido em reduzido estado de agitação ou remisturado periodicamente, pode ocorrer alguma perda de abatimento com o tempo que, geralmente, não representa qualquer ameaça sério para o lançamento e adensamento do concreto fresco durante os primeiros 90 minutos (MEHTA; MONTEIRO, 2014). Entretanto, quando o tempo transcorrido entre o instante em que a água de amassamento entra em contato com o cimento ultrapassa o tempo de 150 minutos, o concreto perde trabalhabilidade, podendo segregar e exsudar, dificultando o transporte, lançamento, adensamento e acabamento, ocasionando falhas na concretagem (bicheiras), comprometendo assim a resistência e durabilidade da estrutura (TEIXEIRA; PELISSER, 2007).

Caso esse tempo seja excedido pode-se utilizar a adição de aditivos plastificantes e/ou superplastificantes para se recuperar o abatimento do concreto (RODHEN et al. 2011). Polesello *et al.* (2013) e Rodhen *et al.* (2011) através de um estudo piloto, concluíram que é possível utilizar concretos com tempo de mistura e transporte acima do máximo estabelecido pela NBR 7212:2012 (ABNT, 2012), segundo a propriedade analisada de resistência à compressão. Eles adotaram associadamente três tipos de cimento CP II, CP V e CPIV, e observaram que não houve perda na resistência à compressão do concreto quando ensaiado no seu estado endurecido à idade de 28 dias, para concretos utilizados no período de 6 seis horas após o primeiro contato da água com o cimento Portland, mantendo sua trabalhabilidade ao longo desse tempo com a incorporação de aditivo superplastificante. Através dessa metodologia adotada, os resultados de resistência à compressão do concreto não são afetados, ao contrário do que se dá com a utilização de água (POLESELLO *et al.*, 2013).

A alteração da consistência do concreto através da adição de água, a fim de facilitar o lançamento e acabamento na aplicação desejada, resulta no aumento

da relação água/cimento. O aumento de água eleva os vazios entre as partículas do concreto, que alteram as propriedades mecânicas desejadas para o produto, apresentando diminuição da resistência à compressão e a possibilidade da perda da homogeneidade da mistura. O comportamento causado pela adição de água no concreto, pode não atender os parâmetros de segurança e durabilidade exigidos para a aplicação. Sendo assim, o presente estudo visa analisar, em uma obra, a perda de resistência à compressão do concreto durante um período de 6 horas, através da adição de água na correção da consistência; e a partir disso mostrar que a consistência deve ser corrigida com aditivos e não com água como é feita nos canteiros de obras.

2 Análise experimental

Nesta seção serão apresentados os materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento e obtenção dos resultados da pesquisa.

2.1 Materiais Utilizados

O concreto em análise, foi produzido a pedido de um cliente, em uma central dosadora, localizada na Região Metropolitana de Campinas, empresa que forneceu todo o suporte técnico e apoio no desenvolvimento desta pesquisa, mas que não foi autorizada a divulgação do nome.

A caracterização e seleção dos materiais utilizados na pesquisa foram os mesmos utilizados comercialmente para a fabricação do concreto na central dosadora. Em função disso, os materiais utilizados nesse estudo foram:

- ♦ cimento: cimento CPII-E-40, da marca Lafarge;
- ♦ agregado miúdo: os agregados miúdos utilizados foram areia média e pó de pedra, provenientes da Guarazemini mineração Ltda. e pedreira irmãos Quáglio e cia. Ltda, respectivamente;
- ♦ agregado graúdo: o agregado graúdo utilizado foi a brita 1 de origem basáltica, proveniente da pedreira irmãos Quáglio e cia. Ltda.;
- ♦ água: fornecida pela rede de abastecimento de água da cidade de Artur Nogueira-SP;
- ♦ aditivo: aditivo plastificante a base de naftaleno da marca MC Bauchemie.

Os ensaios de caracterização dos materiais foram realizados pela central dosadora, e realizados segundo a NBR NM 248:2003 (ABNT, 2003) - Determinação da composição granulométrica e NBR NM 45:2006 (ABNT, 2006) - Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios. As características dos agregados e aditivo podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características dos agregados e aditivo

Materiais	Areia média	Pó de Pedra	Brita 1	Aditivo
DMC (mm)	4,56	3,87	19,00	-
Módulo de finura	2,52	2,45	6,71	-
Massa Esp. (kg/dm ³)	2,45	2,66	2,65	-
Massa Unit. (kg/dm ³)	1,59	1,57	1,45	-
Densidade media (kg/dm ³)	-	-	-	1,18

2.2 Programa Experimental

A determinação da dosagem e a escolha dos materiais utilizados na pesquisa foram estabelecidos de acordo com os insumos e dados fornecidos pela central dosadora (fabricante do concreto em análise). Na Tabela 2 é apresentada a composição do concreto e os materiais empregados, sendo eles, respectivamente, cimento, areia média, pó de pedra, brita 1, água e aditivo plastificante a base de naftaleno. A dosagem de aditivo plastificante é de 0,73% sobre a massa de cimento. O concreto solicitado pelo cliente foi o de resistência característica à compressão mínima, classe de agressividade II, f_{ck} 20,0 MPa, e abatimento inicial de 100 ± 20 mm. Ressalta-se que o consumo de cimento e a relação água/cimento, valores fornecidos pela empresa, não atendem aos requisitos apresentados pelas NBR 6118:2014 (ABNT, 2014) e NBR 12655:2015 (ABNT, 2015), no qual devem ser atendidos simultaneamente, relação água/cimento menor e igual a 0,60 e consumo de cimento maior ou igual a 280 kg/m³.

Tabela 2. Consumo dos materiais (kg/m³)

Dosagem (massa)						
1: 3,26 : 1,56 : 4,64 : 0,61: 0,852						
Cim.	Areia	Brita 1	Pó de pedra	Água	Aditivo	a/c
209,00	647,00	969,00	309,00	178,00	1,57	0,852

Além do concreto quando recém-misturado T(0) e no tempo de mistura T(6) horas, adotaram-se outros pontos intermediários para conhecer melhor o comportamento do concreto durante esses tempos de mistura. Optou-se pelos intervalos (T0), dentro do tempo normativo de 150 minutos; (T2), 2 horas após – dentro do tempo normativo; (T4), 4 horas após; (T5), 5 horas após e (T6), 6 horas após o primeiro contato do cimento com a água. Para cada tempo de mistura analisado, foi verificado a temperatura do concreto com auxílio de um termo-higrômetro.

A verificação da consistência do concreto no estado fresco seguiu os critérios da NBR NM 67:1998 (ABNT, 1998) para o ensaio de abatimento de tronco de cone (*Slump-test*). A Figura 3 a seguir ilustra o procedimento.

Figura 3. Verificação do abatimento com restabelecimento da trabalhabilidade através da adição de água à mistura durante o período de 6 horas



O abatimento das misturas foi determinado, ao longo dos intervalos de tempo preestabelecidos (T0, T2, T4, T5, T6). Depois de verificado, através da adição de água, adotou-se o procedimento do restabelecimento do abatimento a sua condição inicial (100 ± 20 mm), coletando-se 9 corpos de prova em cada tempo para posterior determinação da resistência à compressão média em cada idade de estudo 3, 7, 28 dias. Nos períodos entre os ciclos de verificação o caminhão betoneira foi mantido em rotação lenta, 2 rotações/minuto, a fim de evitar que o concreto fique retido no interior do balão do caminhão. Nos cinco minutos anteriores a cada tempo de verificação, correção da consistência e coleta das amostras, alterava-se a rotação para a máxima, 16 rotações/minuto.

Os procedimentos de moldagem dos corpos de prova seguiram os critérios da NBR 5738:2015 (ABNT, 2015). Logo após as moldagens, os corpos de prova (Figura 4) permaneceram no local de moldagem e protegidos durante as primeiras 24 horas, com o intuito de evitar a evaporação da água de amassamento. Após 24 horas, as amostras foram desmoldadas e devidamente identificadas.

Figura 4. Moldagem e preparação das amostras de concreto



Após identificação foram colocadas num tanque de água saturada com cal, a uma temperatura de 23 ± 2 °C, na câmara úmida do laboratório do Centro Universitário Adventista de São Paulo, campus Engenheiro Coelho, no processo de cura submersa até as idades de ensaio de 3, 7 e 28 dias.

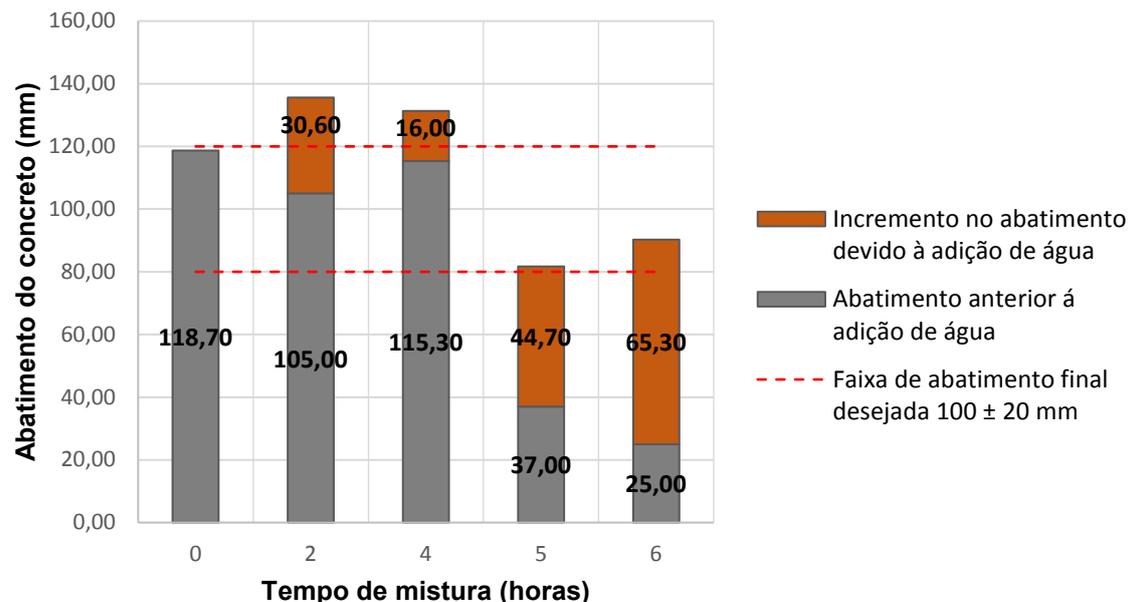
Os ensaios para obtenção da resistência à compressão foram realizados conforme a NBR 5739:2007 (ABNT, 2007). As faces dos corpos de prova foram retificadas a fim, de garantir a planicidade e perpendicularidade, evitando o surgimento de acúmulos de tensões devido a imperfeições. O ensaio de compressão foi realizado utilizando-se uma prensa servo-hidráulica universal de 1000 kN a uma velocidade de $0,45 \pm 0,15$ MPa/s, que foi mantida constante durante todo o ensaio.

3 Resultados e discussões

O concreto usinado fornecido pela central dosadora deve apresentar resistência e consistência solicitadas pelo cliente, a fim de enquadrarem-se nos parâmetros de lançamento, adensamento e acabamento exigidos pelo responsável da obra e prescrições determinadas pelo projeto. O concreto solicitado pelo cliente foi o de resistência característica à compressão mínima, f_{ck} 20 MPa, e abatimento inicial de 100 ± 20 mm.

Segundo metodologia adotada pela pesquisa, encontram-se abaixo, na Figura 5, os dados obtidos através do ensaio de abatimento de tronco de cone (*Slump Test*), regulamentado pela NBR NM 67:1998 (ABNT, 1998) ao longo do tempo de 6 horas de mistura.

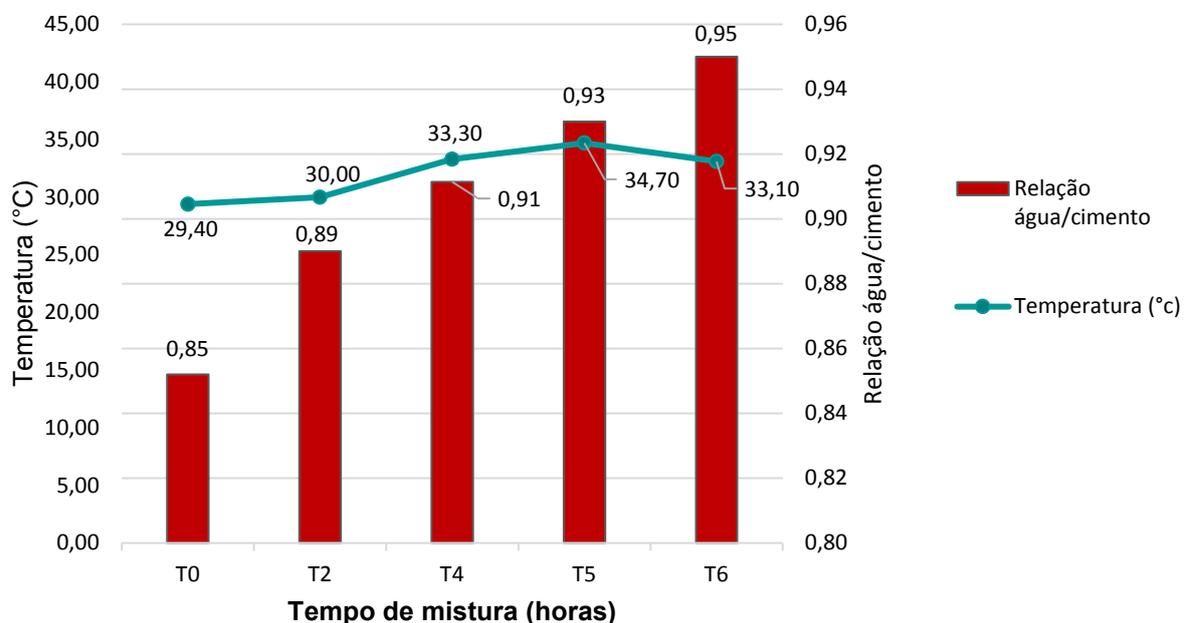
Figura 5. Abatimento e incremento de abatimento pela adição de água, ao longo de 6 horas de mistura



Analisando os dados obtidos, observou-se que o abatimento da amostra coletada no tempo T2 (2h de mistura), antes da adição de água, apresentou uma redução de 11,54% em relação ao abatimento do concreto da amostra no tempo de mistura T0. A pedido do mestre de obra no local da obra foram-se adicionados 30 litros e 20 litros de água para dar maior trabalhabilidade na aplicação, nos tempos T2 e T4 respectivamente. A adição incrementou 30,60 mm no abatimento, totalizando 135,60 mm, no tempo T2, e elevou 16 mm, totalizando 131,30 mm de abatimento no tempo T4. A adição de água elevou a relação água/cimento da amostra no tempo de mistura T2 para 0,89, um aumento de 4,46% em relação ao traço original, de 0,825. No tempo T4 a relação água/cimento resultou em 0,91.

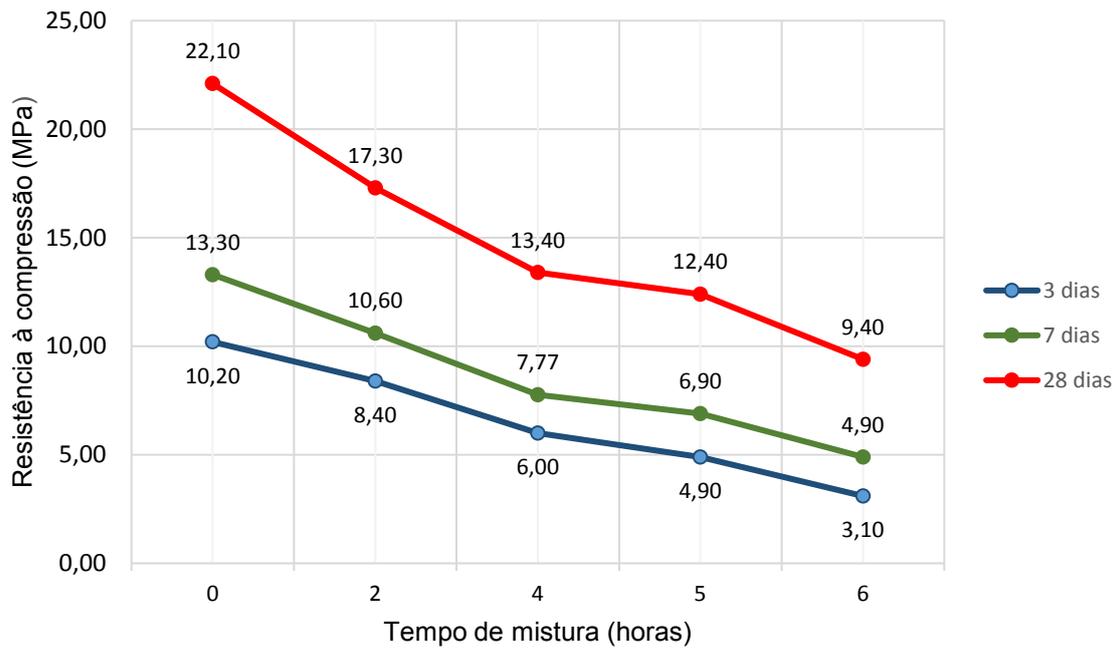
No âmbito científico, já é consolidado o conhecimento de que quando maior for a relação água/cimento apresentado, o valor da resistência à compressão do concreto resulta em um menor valor. No dia da coleta das amostras de concreto, houve uma crescente variação de temperatura. O aumento da temperatura a cada momento de coleta resultou na maior evaporação da água de amassamento do concreto, o que consequentemente fez-se necessário maior volume na adição de água para correção dos abatimentos, resultando na alteração original da relação água/cimento em cada amostra coletada, a partir do tempo de mistura T2. A seguir, na Figura 6, estão as relações água/cimento e as temperaturas para os concretos a cada tempo de mistura.

Figura 6. Temperatura de coleta e relação água/cimento das amostras, após a correção do abatimento com água em cada tempo de mistura



Na Figura 7, estão representados os resultados médios das resistências a compressão das amostras produzidas com cimento CPII-E-40, coletadas em cada tempo de mistura e rompidos na idade de 3, 7 e 28 dias.

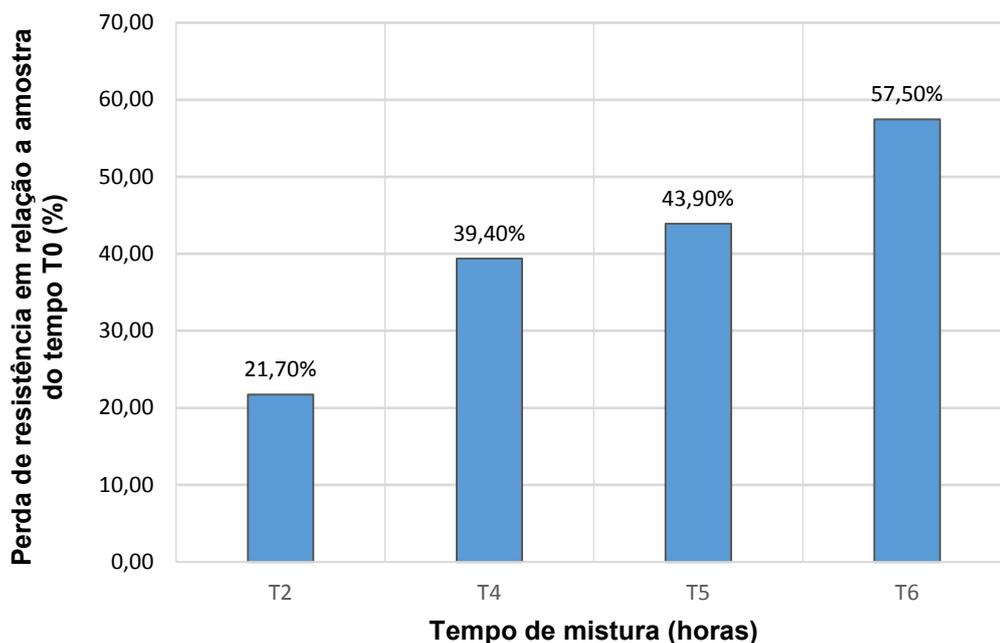
Figura 7. Resistências médias a compressão para concretos com idades de 3, 7 e 28 dias em amostras coletadas em cada tempo de mistura



Notou-se que não importa a idade do concreto, as resistências médias a compressão das amostras, devido ao aumento do fator água/cimento ocasionado pela adição de água na correção do abatimento, apresentaram valores cada vez menores a medida que o tempo de mistura se distanciava do tempo normativo de 150 minutos, inclusive as amostras dentro do tempo de norma.

Na Figura 8 apresenta a perda média de resistência à compressão para cada tempo de mistura em amostras com idade de 28 dias, adotando-se um f_{ck} de 20,0 MPa.

Figura 8. Porcentagem de perda de resistência à compressão aos 28 dias em relação à amostra coletado no tempo T0



A porcentagem de perda de resistência das amostras em cada tempo de mistura está relacionada a diversas variáveis. Dentre elas estão a temperatura, tempo de mistura e relação água/cimento, apresentados neste artigo. A porcentagem de perdas de resistência à compressão das amostras, apresentadas na Figura 8, mais uma vez estão comprovando o risco à segurança e durabilidade de se utilizar água na correção do abatimento no canteiro de obra; pois quando maior a relação água/cimento no concreto, a água excedente, desnecessária na reação química de hidratação, se aloja nos interstícios das partículas do concreto, criando vazios e, como consequência, causando a perda de resistência à compressão do concreto.

4 Conclusão

Os principais critérios empregados para avaliar a qualidade do concreto estrutural são a resistência mecânica à compressão e a consistência, que como visto anteriormente são influenciadas pela relação água/cimento. Devido à demora na aplicação do concreto na obra, o concreto perde trabalhabilidade e a solução comumente adotada para a reinstituição da consistência é a adição de água.

Ao analisar os resultados apresentados neste trabalho, para concreto produzido em condição real de fornecimento numa central dosadora de concreto, e para os materiais e métodos utilizados, pode-se concluir que devido a necessidade de correção da consistência dos concretos nos tempos (T2), (T4), (T5) e (T6) através da adição de água é desaconselhável a utilização de concretos com quantidade de água excedente a especificada no traço, pois a água excedente aloja-se nos interstícios dos produtos de hidratação formando vazios, e conseqüentemente reduzindo a resistência do concreto à compressão final afetando diretamente na segurança e durabilidade da estrutura. Como alternativa, uma forma adequada é a utilização de aditivos plastificantes e/ou superplastificantes para se recuperar o abatimento do concreto, já que, com esse procedimento não há alteração da relação a/c.

É válido ressaltar que o relação água/cimento adotada pela empresa onde o estudo foi realizado de 0,852, está superior ao máximo permitido pela NBR 6118:2014 (ABNT, 2014), no qual a relação água/cimento deve ser menor ou igual a 0,65. O consumo de cimento utilizado no concreto foi de 209 kg/m³ sendo inferior ao mínimo permitido pela NBR 12655:2015 (ABNT, 2015) de 300 kg/m³, necessitando serem adaptadas para atender as novas prescrições contidas na norma em função da classe de agressividade ambiental

As soluções oferecidas para este problema são: instruir os funcionários relacionados à concretagem; melhora da logística; e utilização de aditivos retardadores e superplastificantes, segundo a seção 4.4.5 da NBR 7212:2012 (ABNT, 2012), garantindo a resistência e durabilidade previstas às estruturas de concreto.

Referências

- ANDRADE, J. J. O.; TUTIKIAN, B. F. **Resistência Mecânica do Concreto**. Congresso Brasileiro do Concreto. 1 ed. São Paulo, IBRACON, 2011. 1v.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: **Concreto** - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 3p.
- _____. **NBR 5739**: Ensaio de compressão de corpo-de-prova cilíndrico. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 7p.
- _____. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - procedimento. Rio de Janeiro, 2014. 221p.
- _____. **NBR 7212**: Execução de concreto dosado em central. Rio de Janeiro: ABNT, 2012. 7p.
- _____. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento - Procedimento. Rio de Janeiro, 2015. 18p.
- _____. **NBR NM 45**: Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.
- _____. **NBR NM 67**: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998. 8p.
- _____. **NBR NM 248**: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003. 3p.
- GEYER, A. L. B.; SÁ, R. R. Importância do controle de qualidade do concreto no estado fresco. *Real Mix*, v. 2, n. 2. Aparecida de Goiânia, 2006.
- ISAIA, G. C. A água no concreto. In: ISAIA, G.D (ed.). **Concreto**: Ciência e Tecnologia. São Paulo, Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON), 2011. v. 1, p. 311-346.
- METHA, P. K.; MONTEIRO, P. JM. **Concreto**: Microestrutura, Propriedade e Materiais. 2.ed. São Paulo: IBRACON, 2014.
- NEVILLE. A. M., **Propriedades do concreto**. 5. Ed. Porto Alegre. 2016. p. 285.
- POLESELLO, E. **Avaliação da resistência à compressão e da absorção de água de concretos utilizados após o tempo máximo de mistura e transporte especificado pela NBR 7212**. (Dissertação de Mestrado) Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.
- POLESELLO, E.; RODHEN, A. B; DAL MOLIN, D. C. C; MASUERO, A. B. **Novo paradigma no uso do concreto usinado visando cumprimento de prazos, redução de desperdícios e gastos desnecessários na construção civil**. SINDUSCON - Inovação tecnológica, 2013.
- RODHEN, A. B.; DAL MOLIN, D. C. C.; VIERA, G. L. **Tempo de lançamento do concreto: um novo paradigma**. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, IBRACON, 2011.
- Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC)**, Disponível em: < http://www.snic.org.br/numeros_dinamico.asp >. Acesso em: 16 mar. 2016.

TEIXEIRA, R. B.; PELISSER, F. Análise da perda de resistência à compressão do concreto com adição de água para correção da perda de abatimento ao longo do tempo. **Revista de Iniciação Científica da UNESC**, v. 5, n. 1, 2007.

WALKER, S.; BLOEM, D. L. **Studies of flexural strength od concrete**. Part 3. Effects of variation in testing procedures, Proc. ASTM, 57, p. 1122-39, 1993.