

Determinação do Tempo de Desforma do Concreto Fluido com Aditivo Acelerador de Pega e Análise da Resistência à Compressão entres os Traços com e sem Aditivo

Unmolding Time Determination of the Fluid Concrete with Setting time Accelerator Additive and Analysis of the Compression Resistance between the traces with and without Additive

S. A. M. Bigotto; M. Bortoletto; R. G. Silva; M. C. F. Albuquerque
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Avenida Brasil Centro, 56 – Ilha Solteira – SP 15385-000
sherington.bigotto@outlook.com

Resumo

Foram confeccionados corpos de prova de concreto auto adensável com cimento comum (com aditivo acelerador de pega) com o qual mediu-se o tempo necessário para a desforma dos mesmos. Após essa etapa, foram feitos corpos de prova com e sem o aditivo acelerador de pega onde foi possível avaliar e comparar as resistências à compressão dos mesmos no tempo mínimo necessário para a desforma, 1 hora após a desforma, 24 horas após a desforma e 28 dias após a desforma. Dessa forma foi possível analisar o acréscimo de resistência à medida que a idade dos corpos de prova avançava. Devido à alta relação água/cimento mais a presença de aditivo superplastificante nos traços, as resistências obtidas ficaram abaixo dos mínimos esperados, entretanto, ainda foram capazes de atingir valores mínimos exigidos para sua aplicação em usos específicos como a confecção de blocos de alvenaria estrutural.

Palavras chave: Concreto fluido, cimento comum, tempo de desforma, acelerador de pega;

Abstract

Fluid concrete specimens with common cement (with setting time accelerator additive) and ARI cement test specimens (with setting time accelerator additive) were made and their time required to take them out of the molds of the samples was compared. After this step, samples were made with both cements with and without the setting time accelerator additive where it was possible to evaluate and compare the compressive strengths of the cements in the minimum time necessary for the deformation, 1 hour after unmolding, 24 hours after unmolding and 28 days after unmolding. It was possible to notice that in the traces that contained setting time accelerator additive, the specimens of common cement have gained resistance. In addition, due to the high water/cement ratio plus the presence of superplasticizer additive, the obtained resistances were lower than expected minimums, but even though that there were able to reach the resistance for structural blocks.

Keywords: Fluid concrete, Common cement, Unmolding time, Seting time accelerator additive.

INTRODUÇÃO

O concreto é um dos materiais mais utilizados no mundo, matéria prima para a construção de todos os tipos de obras, presente em todos os países e é um dos materiais mais pesquisados devido as inúmeras propriedades que pode ter.

Apesar das inúmeras possibilidades que o concreto oferece aos construtores, é imprescindível entender suas limitações e adaptar o material para as diversas formas em que o mesmo pode ser utilizado.

Em alguns casos, necessita-se de um concreto menos fluido, numa tentativa de obter resistências superiores como em misturas para pavimentos, que vão ser compactados por máquinas especiais como rolos compressores, em outros, prefere-se um concreto um pouco mais trabalhável, como o utilizado comumente em obras de construção civil onde o trabalhador deverá manusear o concreto e por fim, existem casos, como o da confecção de peças de concreto (como os blocos de alvenaria estrutural), em que o foco é que o concreto seja fluido para facilitar o preenchimento dos moldes.

Nesse contexto, tem-se algumas características do concreto que são limitantes ao seu uso, como por exemplo o tempo necessário que seja realizada a desforma do mesmo ou sua trabalhabilidade e fluidez.

Nas construções a trabalhabilidade do concreto é um fato determinante uma vez que quanto mais trabalhável o concreto, melhor sua utilização e seu emprego tornam-se mais agradável para os trabalhadores.

Entretanto, a trabalhabilidade do concreto não deve ser o único aspecto a ser analisado, uma vez que o concreto foi moldado, espera-se que ele obtenha uma resistência mínima que suporte a carga para o qual o mesmo foi dimensionado.

Além disso, o tempo é sempre um fator determinante nas interações comerciais, e como o concreto necessita de um período mínimo de tempo para atingir sua resistência, tem-se a necessidade de acelerar esse processo.

Dessa forma, para que fosse possível aliar o concreto mais fluido com um concreto que possuísse uma resistência mínima para a utilização e um tempo de desmolda menor, viabiliza-se o uso de aditivos.

A presença de aditivos permite que o concreto seja ao mesmo tempo, fluido (superplastificantes) e de alta resistência nas primeiras idades (aceleradores de pega).

Dessa forma, existe a necessidade de avaliar o tempo mínimo necessário para que fosse possível utilizar o concreto e qual seria sua resistência nesse momento. Geralmente, após a

desforma o concreto apresenta baixas resistências, e acelerar o ganho de resistência aceleraria também o processo produtivo.

Além disso, existe também a necessidade de avaliar quais os efeitos que a adição dos aditivos causaria no concreto em idades maiores, o que indicaria a viabilidade do uso dos mesmos.

Assim, avaliar e comparar esses diferentes traços é importante uma vez que essa análise indica qual a melhor alternativa a ser tomada, dependendo da necessidade do construtor.

MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta subseção apresentam-se os materiais utilizados e suas respectivas propriedades. O cimento utilizado foi o cimento Portland comum (CP I-S-32), comumente utilizado nas obras na cidade de Ilha Solteira. Sua massa específica foi de 2,96 g/cm³, sendo o mesmo comercializado em sacos de 50 kg.

A água potável foi proveniente da rede de distribuição do município de Ilha Solteira-SP, durante o período de dezembro de 2017 até janeiro de 2018. A areia utilizada foi proveniente do porto de areias do município de Castilho, apresentou massa específica de 2,66 g/cm³ e sua granulometria variou de 0,6 mm a 1,2 mm.

A brita utilizada foi proveniente de jazidas do município de Andradina, de origem basáltica. Apresentava massa específica de 2,91 g/cm³ e sua granulometria variou de 2,4 a 12,5 mm.

A solução de policarboxilato modificado foi utilizada para melhorar a trabalhabilidade do concreto com uma baixa relação de água/cimento. A massa específica era de aproximadamente 1,09 g/cm³, com aspecto viscoso e cor variável de amarelo a âmbar, além de dosagem recomendada pelo fabricante de 300 a 1200 ml para cada 100 kg de cimento.

Trata-se de um aditivo isento de cloretos, que aumenta as resistências iniciais e diminui o tempo inicial de pega. A massa específica era de aproximadamente 1,37 g/cm³, com aspecto fluido e incolor, além de dosagem recomendada pelo fabricante de 2,0% a 10,0% sobre o peso de cimento.

Por fim, todo o equipamento e infraestrutura utilizados foram do Laboratório Central de Engenharia Civil e do Núcleo de Ensino e Pesquisa de Alvenaria Estrutural (NEPAE), ambos da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), de Ilha Solteira.

Para a utilização dos materiais, os mesmos foram secos ao sol (no pátio do laboratório) para evaporação da água e aproximação da umidade do material a 0%. Após a secagem, os materiais foram armazenados até a produção do concreto.

Para a areia, seguiu-se [1] referente a determinação da massa específica e massa específica aparente em agregados miúdos. Para a brita 0, foi usado como base [2], e, para a borracha, foi utilizado [3].

Para a determinação do diâmetro médio dos agregados, foi utilizado [4]. Para fins de comparação e análise, o traço foi baseado no obtido por [5], onde buscou-se obter uma situação entre o concreto comum onde se obtivesse a melhor relação entre o uso de aditivos e a resistência final do concreto.

Foram feitos dois traços com o cimento comum e com o de alta resistência inicial, um com acelerador e um sem, para que fosse possível avaliar os resultados de forma comparativa entre os mesmos. Os traços estão na Tabela I.

Tabela I: Traços Utilizados

	Cimento Comum	Areia	Brita 0	Acelerador de Pega	Super plastificante	Água
$T_{Acelerador}$	1	: 2,78	: : 2,22	: 1,5% SPC	: 0,5% SPC	: 0,55
$T_{Referência}$	1	: 2,78	: : 2,22	: 0	: 0,5% SPC	: 0,55

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A ordem de colocação dos materiais na betoneira seguiu o procedimento: inicialmente colocou-se toda a brita e a areia na betoneira, com metade da água calculada na dosagem (aproximadamente 0,32 a/c), quando se iniciou a rotação do equipamento (betoneira) por dois minutos. Esse processo possibilitou a melhor absorção da água pelos agregados.

Posterior a isso, foram colocados: o cimento e o resto da água calculada na dosagem (aproximadamente 0,33 a/c). Depois da colocação, a betoneira foi ligada e o aditivo superplastificante foi adicionado junto com o aditivo acelerador de pega nos traços com acelerador.

Para a diluição total do aditivo devido às reações químicas ocorridas, o material foi misturado por mais quinze minutos, tempo suficiente para a obtenção da trabalhabilidade desejada (tempo encontrado a partir de testes prévios). Com a realização deste procedimento, o material ficou pronto para ser colocado nos moldes e dar origem às amostras para os ensaios.

Foram produzidos corpos de prova cilíndricos, com medidas de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura seguindo [6], referente aos procedimentos de moldagem de corpos de prova.

Essas amostras foram produzidas por meio de moldes de PVC que foram previamente untados com óleo para que fosse possível realizar a remoção dos corpos de prova após a pega.

Para testar o tempo mínimo de desforma, utilizou-se o traço com acelerador de pega. A partir dele, foram feitos corpos de prova para serem desformados a partir das 6 horas de idade, até que se pudesse desformar e ensaiar os corpos de prova na idade de desforma.

Após colocar o concreto nos moldes, foram feitas tentativas de desforma para os traços com acelerador e para comparação, aguardou-se 1 hora a mais do tempo mínimo de desforma para que fosse possível avaliar o ganho de resistência que essa hora traria ao concreto.

Para o traço de referência aguardou-se 24 horas para desforma uma vez que o mesmo não continha acelerador. Por fim, também foram feitos 16 corpos de prova para serem rompidos com 24 horas e 8 com 28 dias de idade (com cimento comum sendo 4 com e 4 sem acelerador de pega), para que fosse possível avaliar a resistência obtida por esses corpos de prova.

Sua análise estatística foi feita a partir do cálculo do desvio padrão e da média dos valores de resistência obtida nos corpos de prova.

Após colocar o concreto nos moldes, esperou-se 24 horas para a desforma, e depois da mesma, os corpos de prova foram colocados na câmara úmida durante todo o período que antecedeu as rupturas (24 horas e 28 dias).

Durante o período garantiu-se que a temperatura dentro da câmara foi de 23 ± 2 °C e a umidade estava sempre no mínimo de 95 %, garantindo assim, que as superfícies dos corpos de prova estavam úmidas, como especificado em [7].

Quanto ao quesito dos tratamentos superficiais dos corpos de prova, foram utilizadas placas de madeira compensada como forma de distribuição das cargas axiais para toda a face dos mesmos.

Assim, não foi necessário nenhum tratamento posterior a cura nos corpos de prova, apenas o uso das placas de tamanho quadrado de 11 cm de lado e cerca de 1,0 cm de espessura em ambas as extremidades durante os ensaios. O ensaio de compressão uniaxial seguiu [8].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O concreto foi batido durante a noite para que houvesse tempo suficiente para o endurecimento e assim fosse possível fazer a desforma e a ruptura do mesmo logo em seguida. Foram realizadas tentativas de desforma a partir das 6 horas de moldagem.

Foram realizadas tentativas de desmoldagem a cada 1 hora para os corpos de prova com cimento Portland comum. Não foram feitas tentativas anteriores as 6 horas de idade uma vez que o concreto ainda apresentava aspecto líquido.

Para os corpos de prova com cimento comum foram necessárias 9 horas para que fosse possível fazer a desforma e a ruptura.

Os resultados dos corpos de prova feitos com cimento comum estão apresentados na Tabela II:

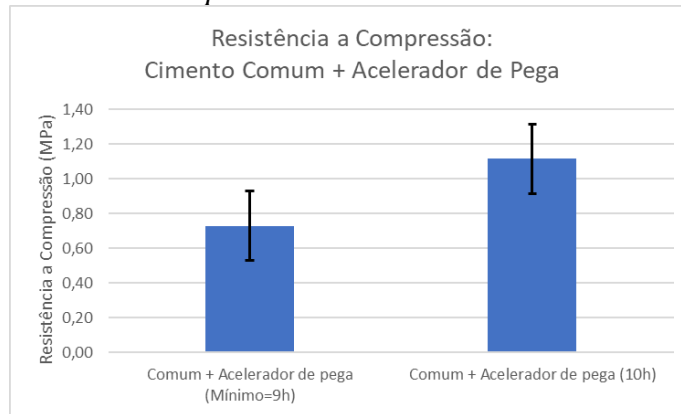
Tabela II: Resistência a Compressão no Tempo Mínimo e após 1 hora de desforma para o cimento Comum

CP's	Comum	Comum
	+ Acelerador de pega (Mínimo=9h)	+ Acelerador de pega (10h)
1	0,78	1,27
2	0,73	1,11
3	0,75	1,02
4	0,65	1,06
Média	0,73	1,12
Desvio Padrão	0,10	0,19

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Para poder comparar os resultados, foi elaborado o gráfico que está presente na Figura I:

Figura I: Resistência a Compressão: Cimento Comum às 9 e 10 horas de idade



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Dessa forma, é possível notar que os corpos de prova de cimento comum obtiveram um acréscimo de 53,42% de resistência com o passar de 1 hora em relação ao tempo mínimo de desforma.

Após as análises logo após a desforma, aguardou-se 24 horas para que fossem realizados novos ensaios. Além disso, para fins de comparação, foram feitos os traços de referência sem o aditivo acelerador de pega. Os resultados dos corpos de prova feitos com cimento comum estão apresentados na Tabela III:

Tabela III: Resistência a Compressão para o Cimento comum com 24 horas de Idade

CP's	Comum	Comum + Acelerador de pega
	1	3,49

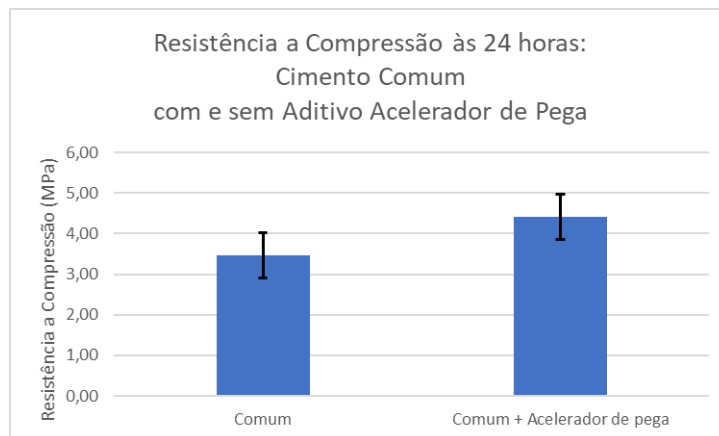
2	3,10	4,19
3	3,73	4,65
4	3,52	3,89
<i>Média</i>	3,46	4,41
<i>Desvio Padrão</i>	0,45	0,79

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Para poder comparar os resultados, foi elaborado o gráfico que está presente na Figura

II:

Figura II: Resistência a Compressão: Cimento Comum com e sem acelerador de pega às 24 horas de idade



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Dessa forma, é possível notar que os corpos de prova de cimento comum obtiveram um acréscimo de 27,46% de resistência com a adição do acelerador de pega às 24 horas de idade.

Após os ensaios às 24 horas foram aguardados os 28 dias de idade para novos ensaios e, para fins de comparação, manteve-se os traços de referência sem o aditivo acelerador de pega. Os resultados dos corpos de prova feitos com cimento comum estão apresentados na Tabela IV:

Tabela IV: Resistência a Compressão para o Cimento comum com 28 dias de Idade

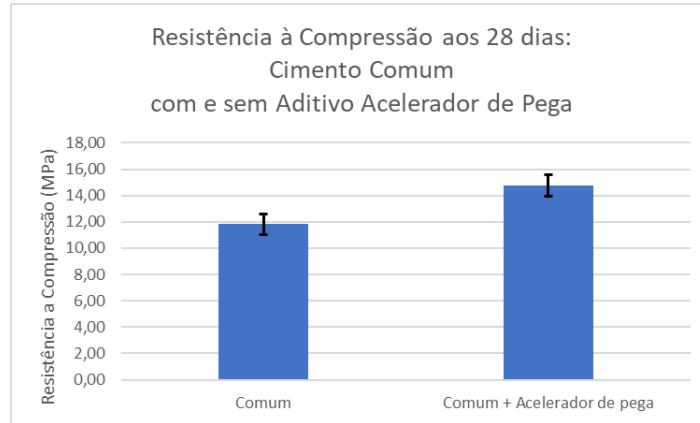
CP's	Comum	Comum + Acelerador de pega
1	11,92	15,42
2	11,55	14,9
3	12,11	13,79

4	11,67	14,86
<i>Média</i>	11,81	14,74
<i>Desvio Padrão</i>	0,44	1,19

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Para poder comparar os resultados, foi elaborado o gráfico presente na Figura III:

Figura III: Resistência a Compressão: Cimento Comum com e sem acelerador de pega aos 28 dias de idade



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Dessa forma, é possível notar que os corpos de prova de cimento comum obtiveram um acréscimo de 24,81% de resistência com a adição do acelerador de pega 28 dias de idade.

Para os corpos de prova sem acelerador de pega, os resultados estão apresentados na Tabela V:

Tabela V: Ganho de Resistência ao longo do tempo para os traços sem aditivo Acelerador de Pega

<i>CP's</i>	<i>Comum (24h)</i>	<i>Comum (28 dias)</i>
1	3,49	11,92
2	3,1	11,55
3	3,73	12,11
4	3,52	11,67
<i>Média</i>	3,46	11,81
<i>Desvio Padrão</i>	0,45	0,44
<i>Ganho de Resistência (%)</i>	241,40	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Para os corpos de prova de cimento comum com acelerador de pega, os resultados estão apresentados na Tabela VI:

Tabela VI: Ganho de Resistência ao longo do tempo para os traços de cimento comum com aditivo Acelerador de Pega

<i>CP's</i>	<i>Comum + Acelerador</i>	<i>Comum + Acelerador</i>	<i>Comum + Acelerador</i>	<i>Comum + Acelerador</i>
-------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

	<i>de pega</i> (Mínimo=9h)	<i>de pega</i> (10h)	<i>de pega</i> (24h)	<i>de pega</i> (28 dias)
1	0,78	1,27	4,91	15,42
2	0,73	1,11	4,19	14,9
3	0,75	1,02	4,65	13,79
4	0,65	1,06	3,89	14,86
<i>Média</i>	0,73	1,12	4,41	14,74
<i>Desvio Padrão</i>	0,10	0,19	0,79	1,19
<i>Ganho de Resistência (%)</i>	53,26	295,51	234,29	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Comparando-se os resultados, nota-se que para os traços com acelerador de pega, o ganho de resistência ao longo da idade foi maior para os corpos de prova de cimento comum.

CONCLUSÕES

Devido ao fato do concreto ser fluido (alto teor a/c mais a adição de superplastificante), com cimento comum, foi obtido um tempo de desforma maior do que o estipulado pelo fabricante do acelerador de pega de 6 horas mínimas.

O concreto obteve um tempo mínimo para desforma de 9 horas. Para as comparações de resistência aos 28 dias de idade, foi possível verificar que os corpos de prova com aceleradores de pega ainda possuíam resistências superior à dos corpos de prova sem acelerador de pega, assim como ocorreu às 24 horas de idade.

Entretanto, nenhum dos corpos de prova atingiu a resistência mínima esperada, no caso do traço de cimento Portland comum (32 MPa aos 28 dias) e isso se dá devido à alta fluidez do traço que acabou causando princípios de exsudação no mesmo.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Agradecemos também ao departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” de Ilha Solteira.

REFERÊNCIAS

- [1] ABNT NBR NM 52: Agregado miúdo - Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. 2009. 6 p.
- [2] ABNT NBR NM 53: Agregado graúdo - Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. 2009. 8 p.
- [3] ABNT NBR 9776: Agregados - Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman - Método de ensaio. 1987. 3 p.

- [4] **ABNT NBR NM 248: Agregados - Determinação da composição granulométrica.** 2003. 6 p.
- [5] PINTO, Bruno Henrique. **Execução de blocos estruturais de concreto para alvenaria estrutural utilizando concreto fluido.** 2017. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira, 2017.
- [6] **ABNT NBR 5738: Concreto – Procedimento para Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto – Método de ensaio.** 2003. 6 p.
- [7] **ABNT NBR 9479: Argamassa e concreto - Câmaras úmidas e tanques para cura de corpos de prova.** 2006. 2 p.
- [8] **ABNT NBR NM 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.** 2007. 9 p.