

## Time for concrete casting: a new paradigm

### *Tempo de lançamento do concreto: um novo paradigma*



A. B. ROHDEN <sup>a</sup>  
abrcivil@gmail.com

D. C. C. DAL MOLIN <sup>b</sup>  
dmolin@ufrgs.br

G. L. VIEIRA <sup>c</sup>  
geilma.vieira@gmail.com

#### Abstract

The Brazilian standard NBR 7212 states that the time of transporting the concrete between the start of mixing should be less than 90 minutes so that by the end of the discharge is a maximum of 150 minutes. Yet often, in construction, concrete is used after this period. In order to investigate the behavior of concrete after setting time of cement was cast six concrete mixtures with two types of cement. The mixtures were produced and kept fresh for six hours, adopting a procedure for maintenance of abatement by superplasticizer and agitation. The results show that of the test piece molded over six hours of maintained or increased the compressive strength average.

**Keywords:** start time of catching, transportation of concrete, concrete machined

#### Resumo

A norma brasileira NBR 7212 coloca que o tempo de transporte do concreto decorrido entre o início da mistura deve ser inferior a 90 minutos de maneira que até o fim da descarga seja de no máximo 150 minutos. No entanto muitas vezes, em obra, o concreto é utilizado após este período. Com intuito de investigar o comportamento do concreto após o tempo de pega do cimento foram moldados seis traços de concreto com dois tipos de cimento. As misturas foram produzidas e mantidas no estado fresco por seis horas, adotando-se um procedimento de manutenção do abatimento através de aditivo superplastificante e agitação. Os resultados mostram que os corpos-de-prova moldados ao longo das seis horas mantiveram ou aumentaram a resistência à compressão média.

**Palavras-chave:** tempo de início de pega; transporte de concreto; concreto usinado.

<sup>a</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Núcleo Orientado para Inovação da Edificação, abrcivil@gmail.com, Rua Osvaldo Aranha, 99 - Centro, Porto Alegre, Brasil;

<sup>b</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Núcleo Orientado para Inovação da Edificação, dmolin@ufrgs.br, Rua Osvaldo Aranha, 99 - Centro, Porto Alegre, Brasil.

<sup>c</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, geilma.vieira@gmail.com, Av. Fernando Ferrari, 514 – Vitória, Espírito Santo, Brasil.

## 1. Introdução

O tempo de transporte do concreto decorrido entre o início da mistura, a partir do momento da primeira adição da água, até a entrega do concreto deve ser, segundo a NBR 7212:

- a) fixado de forma que o fim do adensamento não ocorra após o início de pega do concreto lançado e das camadas ou partes contíguas a essa remessa;
- b) inferior a 90 min e fixado de maneira que até o fim da descarga seja de no máximo 150 min, no caso do emprego de veículo dotado de equipamento de agitação;
- c) inferior a 40 min e fixado de maneira que até o fim da descarga seja de no máximo 60 min, no caso de veículo não dotado de equipamento de agitação.

O transporte do concreto pré-misturado para o canteiro de obra deve ser feito o mais rápido possível para minimizar os efeitos do enrijecimento e da perda de trabalhabilidade e não dificultar, após o lançamento, o adensamento e o acabamento apropriados. Sob condições normais, geralmente há uma perda desprezível da consistência durante os primeiros 30 minutos após o início da hidratação do cimento Portland. 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 tipo de problema sério para o lançamento e adensamento do concreto fresco durante os primeiros 90 minutos (Mehta e Monteiro, 2008). Caso esse tempo seja ultrapassado pode-se ainda utilizar a adição de aditivos plastificantes e/ou superplastificantes para se recuperar o abatimento do concreto para o posterior lançamento e adensamento, pois a correção do abatimento com água ocasiona grande prejuízo às propriedades mecânicas.

A trabalhabilidade do concreto é a propriedade que determina o esforço exigido para manipular uma quantidade de concreto fresco, com perda mínima de homogeneidade. O termo manipular inclui as operações de primeiras idades como o lançamento, adensamento e acabamento (Mehta e Monteiro, 2008).

A mudança de estado fluido para um estado rígido, em termos

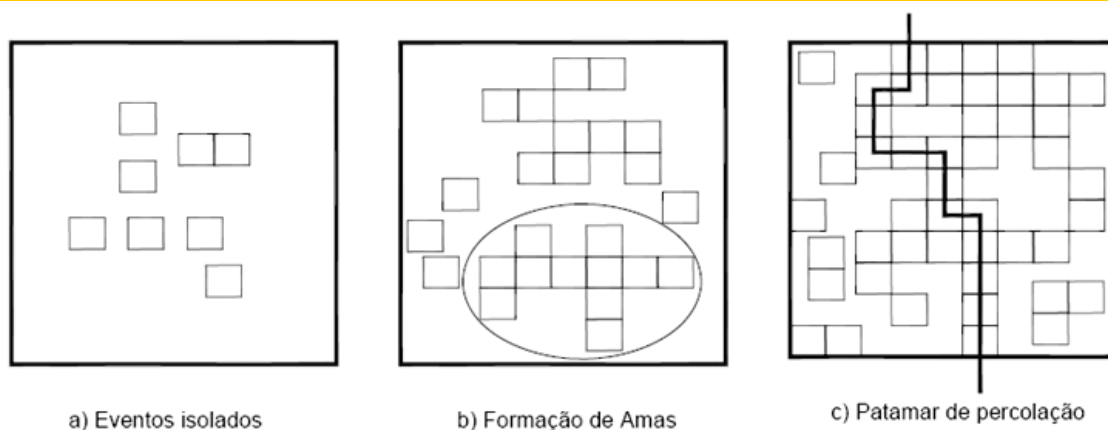
gerais, é definida como pega (NEVILLE, 1995). Pega é o termo empregado para designar o *enrijecimento* da pasta de cimento, embora seja arbitrária a definição do enrijecimento da pasta. Enrijecimento é a perda de consistência da pasta plástica de cimento. Segundo MEHTA e MONTEIRO (1994), o que causa o enrijecimento da pasta, e finalmente, a pega e o endurecimento é a perda gradual da água livre devido às reações de hidratação, à adsorção física na superfície dos produtos de hidratação de baixa cristalinidade (como o C-S-H e a etringita) e à evaporação. O início de pega marca o tempo em que a pasta se torna não trabalhável. Por consequência, o lançamento, a compactação e o acabamento do concreto, após este estágio, se tornam difíceis.

A pasta não se solidifica repentinamente, necessita de um tempo considerável para se tornar totalmente rígida. O tempo necessário para solidificar completamente marca o tempo de fim de pega, que não deve ser longo para permitir, o quanto antes, a retomada das atividades construtivas, após o lançamento do concreto (MEHTA e MONTEIRO, 2008).

Os termos início e fim de pega são usados para descrever arbitrariamente estados escolhidos da pega. Embora durante o intervalo de início e fim de pega, a pasta adquira certa resistência, do ponto de vista prático, o desenvolvimento de resistência da pasta é considerado depois do fim de pega, quando então se inicia o endurecimento (NEVILLE, 1995).

O ensaio padrão para determinação dos tempos de pega é realizado usando o teste de penetração de uma agulha. O ensaio é realizado quase universalmente com o aparelho de *Vicat*, que mede a resistência de uma pasta de cimento à penetração de uma agulha, com massa padrão. No Brasil, o método de ensaio é prescrito pela NBR NM 65 (2002). O tempo de início de pega é designado como o tempo decorrido desde que a água foi adicionada ao cimento até o momento no qual a agulha de *Vicat*, com diâmetro e massa padrão, penetra na pasta de consistência normalizada e estaciona a  $(4\pm 1)$  mm do fundo da placa base do ensaio. Portanto é necessário determinar, para cada cimento, o teor de água da pasta que produza a consistência padronizada (NBR NM 67, 1998). O tempo de fim de pega é definido como o intervalo de tempo transcorrido desde a adição de água

Figura 1 – Representação esquemática das noções da teoria da percolação segundo ACKER (1988) apud SILVA (2007)



ao cimento até o momento em que a agulha de Vicat penetra 0,5 mm na pasta. (SILVA, 2007).

As normas de especificação estabelecem os limites aceitáveis para cada designação de cimento Portland. A NBR 5733 – CPV, NBR 5735 – CPIII, NBR 5736 – CPIV e a NBR 11578 – CPII estabelecem que o tempo de início de pega deva ser igual ou maior a 1 hora.

As reações entre cimento e água são as causas básicas da pega do concreto, embora, por diversas razões, o tempo de pega do concreto não coincida com o tempo de pega do cimento empregado no concreto. Os fenômenos de enrijecimento, de pega e de endurecimento são manifestações físicas das reações progressivas de hidratação do cimento (SILVA, 2007).

Em termos práticos, o tempo de início de pega dá uma idéia do tempo disponível para manusear o concreto fabricado com aquele cimento. Porém, o resultado é pouco preciso, pois o ensaio é feito sob condições padronizadas enquanto, no campo, o concreto sofre influência de fatores como temperatura e umidade relativa do ar, não controladas, além do uso de aditivos químicos, que podem alterar o tempo de pega (SILVA, 2007).

A teoria da percolação de ACKER (1988) apud SILVA (2007) permite simular a hidratação do cimento e descrever o fenômeno da pega. Os grãos sólidos de cimento, isolados na fase suspensão, começam a ter contato entre si, à medida que os produtos de hidratação vão sendo formados ao redor desses grãos. O estabelecimento dessas ligações mecânicas entre os grãos ocorre de maneira aleatória e descontínua no volume, passando, no estágio seguinte, para a formação de amas, subconjuntos contínuos de grãos ligados mecanicamente. O aparecimento do primeiro caminho contínuo atravessando o conjunto constitui o patamar de percolação, que é o primeiro caminho contínuo de grãos mecanicamente ligados, unindo uma face do volume à face oposta (Figura 1) (SILVA, 2007).

Terminado o tempo de início de pega e dado início ao processo de hidratação e a formação das primeiras amas, a remistura do concreto implica impreterivelmente na quebra dos primeiros cristais oriundos do processo de hidratação. Este fato traria prejuízos para as propriedades mecânicas? Poderia então este material ser utilizado com função estrutural?

Vieira (2008) pesquisou a influência da microfissuração causada por carregamento precoce nas propriedades mecânicas do concreto. Através de ensaios de microscopia detectou a recuperação de microfissuras verificadas em amostras de concretos produzidos

com CPV ARI e submetidos a pré-carregamento aos 7 dias com 75% de sua carga de ruptura. A recuperação de microfissuras corrobora a teoria de que ocorre colmatação autógena, quebra de cristais mais fracos e hidratação de compostos resistentes remanescente.

### 1.1 Justificativa

Tendo em vista o mecanismo de enrijecimento da pasta de cimento e do concreto e a capacidade de recuperação da sua estrutura mesmo quando submetido a carregamentos já no estado endurecido, o presente estudo visa investigar a viabilidade da utilização do concreto após o tempo de pega do cimento.

### 1.2 Objetivo

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar a resistência à compressão do concreto misturado ao longo de seis horas. Tendo em vista a importância do abatimento da mistura para os processos de lançamento e acabamento do concreto, neste estudo manteve-se a ao longo do tempo o abatimento das misturas em  $100 \pm 20$  mm, empregando-se, para tal, aditivo superplastificante.

## 2. Materiais e programa experimental

### 2.1 Materiais utilizados

#### 2.1.1 Cimento

Tendo como objetivo contemplar diferentes situações de ensaio, empregou-se neste trabalho dois tipos de cimento com composições químicas e resistências iniciais bastante distintas. O cimento Portland de alta resistência inicial (CPV – ARI), com massa específica de  $3,10 \text{ g/cm}^3$ , que desenvolve grande resistência nos primeiros dias de idade. O CPV – ARI possui um mínimo de adição em sua composição (NBR 5733). O outro cimento utilizado foi o cimento Portland pozolânico (CPIV), com massa específica de  $2,90 \text{ g/cm}^3$ , com adição de grande quantidade de pozolana, desenvolvendo resistências iniciais menores (NBR 5736).

A Tabela 1 apresenta a caracterização química dos cimentos utilizados, os dados fornecidos pelo fabricante e a exigência da normalização brasileira.

Tabela 1 – Caracterização química dos cimentos utilizados

Características avaliadas (% da massa)	Tipos de cimento Portland			
	CP IV (fabricante)	Exigência da NBR 5736/91	CP V – ARI (fabricante)	Exigência da NBR 5733/91
MgO	4,39	≤6,50	3,01	≤6,50
SO <sub>3</sub>	2,12	≤4,00	4,26	≤4,50
Perda ao fogo	3,74	≤4,50	3,90	≤4,50
CaO livre	0,80	-	-	-
Resíduos insolúvel	3,05	-	-	-

Tabela 2 – Caracterização física dos cimentos utilizados

Características avaliadas	Types of Portland cement			
	CP IV (fabricante)	Exigência da NBR 5736/91	CP V – ARI (fabricante)	Exigência da NBR 5733/91
Massa específica (cm <sup>3</sup> /g)	2,80	-	3,05	-
Heat expansion (mm)	0,0	≤5,0	0,0	≤5,0
Tempo de pega (h:mm)	Início	04:12	02:55	≥01:00
	Fim	05:21	04:35	≤10:00
Consistência normal (%)	34,9	-	-	-
Finura Blaine (cm <sup>2</sup> /g)	4306	-	4970	≥3000
Resíduo peneira #200mm (%)	1,1	≤8,0	0,16	≤6,0
Resíduo peneira #3250mm (%)	5,1	-	1,44	-

A Tabela 2 apresenta a caracterização física dos cimentos utilizados, dados fornecidos pelo fabricante e a exigência da norma brasileira. Observa-se que os valores de massa específica anteriormente citados, e que foram determinados em laboratório, apresentam-se, como esperado, semelhantes aos informados pelo fabricante.

### 2.1.2 Agregado miúdo

Foi utilizado como agregado miúdo areia quartzosa, com massa específica 2,62 g/cm<sup>3</sup>, determinada segundo a NBR NM 52, dimensão máxima característica igual à 4,8 mm e módulo de finura 2,4, conforme a NBR NM248.

### 2.1.3 Agregado graúdo

O agregado graúdo utilizado foi rocha britada de origem basáltica, com massa específica de 2,90 g/cm<sup>3</sup>, determinada segundo a NBR NM 53 (2003), dimensão máxima característica igual a 25 mm e índice de forma igual a 2,66, determinados conforme a NBR NM 248 (2003) e NBR 7809 (1983), respectivamente.

### 2.1.4 Água

A água utilizada foi potável, disponível na rede de abastecimento da cidade de Porto Alegre, RS.

### 2.1.5 Aditivo superplastificante

Para manter a trabalhabilidade ao longo do tempo, utilizou-se um aditivo policarboxilato de terceira geração com massa específica de 1,087 g/cm<sup>3</sup> e teor de sólidos de 40 %. O teor médio utilizado neste primeiro estudo foi de 0,085% e 0,221% para os traços de concreto produzidos com CP IV e CP V respectivamente para cada incremento de abatimento, realizada a cada 1 hora. Já o consumo médio total (acumulado) foi de 0,270 % e 1,106% para os traços de concretos produzidos com CP IV e CP V respectivamente.

te. Observa-se que percentualmente os traços mais pobres apresentaram maior consumo de aditivo para recuperar o abatimento.

## 2.2 Metodologia

Foram identificadas quatro variáveis independentes (fatores), as quais são: tipo de cimento, idade de ruptura, traço unitário e tempo de amassamento. Fez-se uma dosagem experimental com os agregados naturais utilizando-se o método IPT/EPUSP (HELENE e TERZIAN, 1992). Inicialmente realizou-se a determinação do teor de argamassa do traço do concreto, sendo este fixado em 53%. A partir do teor de argamassa foram moldados três traços de concreto nas proporções 1:2,5, 1:4 e 1:5,5 (cimento:agregados), para cada cimento, ou seja, seis traços. As misturas foram realizadas adotando-se como padrão o abatimento de 100 ± 20 mm. Inicialmente as misturas foram feitas sem aditivos, assim o abatimento foi ajustado através da adição de água. Os traços unitários e as relações água/cimento necessárias para o atendimento do abatimento são apresentados na tabela 3.

O concreto foi misturado numa betoneira de eixo inclinado, betoneira de tombo, com capacidade de 250 l. Cada traço foi executado de uma só vez, sendo o volume de material determinado proporcionalmente para 100 kg de agregado graúdo. Manteve-se assim um volume de materiais secos constante para todas as misturas.

Os materiais foram adicionados à betoneira, seguindo a seqüência: agregado graúdo, aproximadamente um terço da água prevista, cimento, o segundo terço da água prevista, areia e água necessária para se obter o abatimento de 100 ± 20 mm. O tempo da adição do cimento à água foi definido como tempo inicial ou tempo zero. A partir do tempo inicial adotou-se um protocolo padrão com ciclos de 20 minutos onde durante 15 minutos a betoneira era mantida parada, sem girar, e nos cinco minutos restantes era ligada. Estes ciclos foram realizados desde o tempo 20 minutos até o tempo de 360 minutos ou 6 horas. Durante o período de repouso adotou-se como prática a colocação de um pano umedecido sobre a boca da betoneira como forma de minimizar a evaporação da água de mistura.

Tabela 3 – Composição das misturas e relações água/cimento

Traço	Traço unitário			Relação água/cimento	
	Cimento	Agregado miúdo	Agregado graúdo	CP IV	CP V
1:2,5	1	0,86	1,65	0,39	0,31
1:4	1	1,65	2,35	0,45	0,43
1:5,5	1	2,45	3,06	0,52	0,50

Posteriormente aos ciclos de repouso e tombo da mistura no interior da betoneira nos tempos de 120, 180, 240, 300 e 360 minutos, adotou-se como procedimento a determinação do abatimento da mistura. Após a verificação do abatimento da mistura procedeu-se o restabelecimento do abatimento de maneira que o mesmo fosse igual a  $100 \pm 20$  mm. Isso foi realizado através da incorporação de aditivo superplastificante à mistura.

Uma vez alcançado o abatimento pretendido, para cada traço produzido, moldou-se seis corpos-de-prova cilíndricos de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura, conforme os procedimentos da NBR 5738, para realizar os ensaios de resistência à compressão.

Tendo em vista a caracterização da mistura foram moldados corpos-de-prova nos tempos zero, imediatamente após a homogeneização da mistura, e nos tempos 120, 180, 240, 300 e 360 minutos, ou seja, a cada hora a partir das duas horas.

Após moldados, os corpos-de-prova cilíndricos foram cobertos com sacos de aninhagem umedecidos e ficaram expostos à temperatura e à umidade ambiente por 24 horas, quando então foram desmoldados e levados para um tanque de água saturada com cal, onde permaneceram submersos à temperatura de  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ , até um dia antes da data de serem ensaiados. Nesta data, os corpos-de-prova foram capeados e levados ao ensaio de compressão.

Os ensaios de resistência à compressão foram realizados de acordo com a NBR 5739. Eles foram executados utilizando-se a máquina servo controlada Shimadzu de 2.000 kN a uma velocidade de aplicação de tensão de 0,45 MPa/s, que foi mantida constante durante todo o ensaio. Os corpos-de-prova foram capeados com enxofre. É importante salientar que este estudo foi realizado em Porto Alegre/RS, e que as temperaturas registradas durante o estudo oscilaram entre 20 e  $25^\circ\text{C}$ .

### 3. Resultados e discussões

Passados os 7 e 28 dias após a moldagem dos corpos-de-prova, estes foram rompidos, estando a média dos resultados dispostos graficamente, por meio das figuras 2 a 5. A Figura 2 apresenta os valores médios obtidos a partir de 3 corpos-de-prova para idade de 7 dias, para os concretos produzidos com CP V ARI. De maneira geral os resultados médios obtidos para os três traços, aos 7 dias, mantiveram-se constantes para o traço intermediário ao longo dos diferentes tempos de moldagem. Já para o traço pobre, bem como o traço rico, nota-se uma elevação da média da resistência com o passar do tempo desde a mistura até a moldagem. Este fato pode ser atribuído à perda de água da mistura para o meio, o que diminui a relação água/cimento efetiva da mistura, aumentando assim a resistência. Outra possível explicação é a quebra dos primeiros produtos de hidratação formados, que são maiores e mais frágeis, sendo posteriormente substituídos por cristais menores e mais resistentes.

A figura 3 apresenta a resistência média para os corpo-de-prova, produzidos com CPV-ARI e rompidos aos 28 dias após a moldagem. Nesta idade, conforme pode-se notar na Figura 2, de maneira geral também se observa uma elevação da resistência com o aumento do tempo desde a mistura até a moldagem. Na idade de 28 dias nota-se o aumento expressivo para o traço mais rico, porém os traços intermediário e pobre também têm suas resistências médias aumentadas. Observa-se que para os concretos moldados 4 e 5 horas após o cimento entrar em contato com a água as resistências médias aos 7 dias foram levemente superiores as resistências médias aos 28 dias. Isto provavelmente ocorreu devido a variabilidade do processo experimental inerente ao ensaio.

Figura 2 – Resistência à compressão do concreto aos sete dias de idade, feito com CPV-ARI

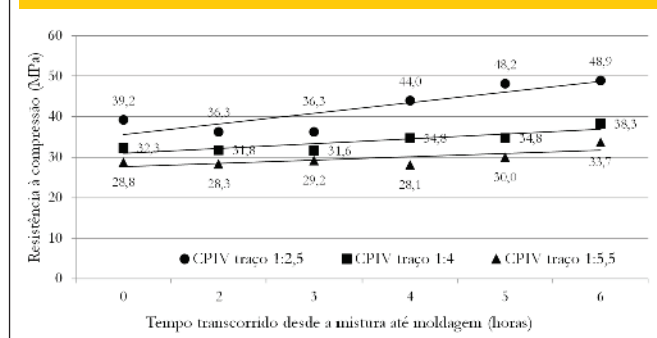
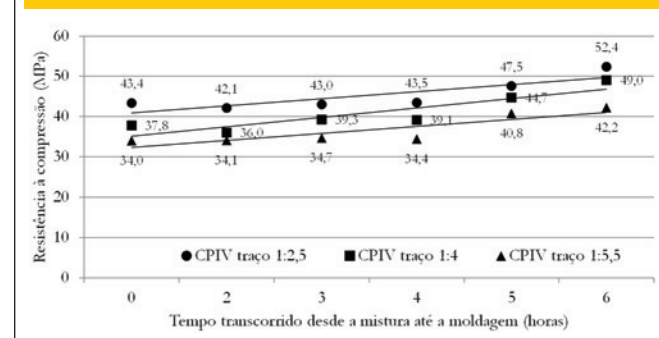
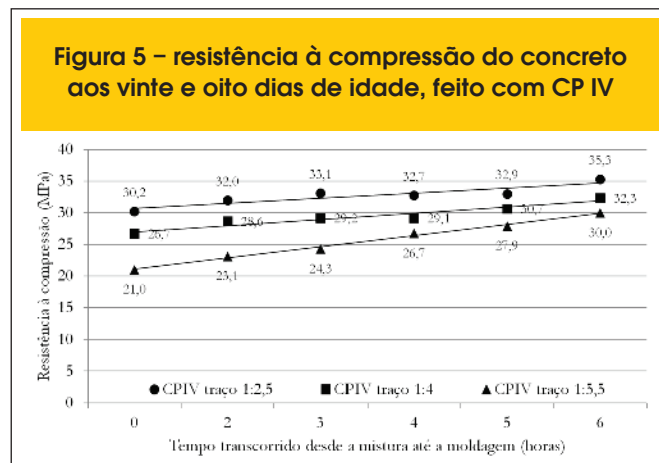
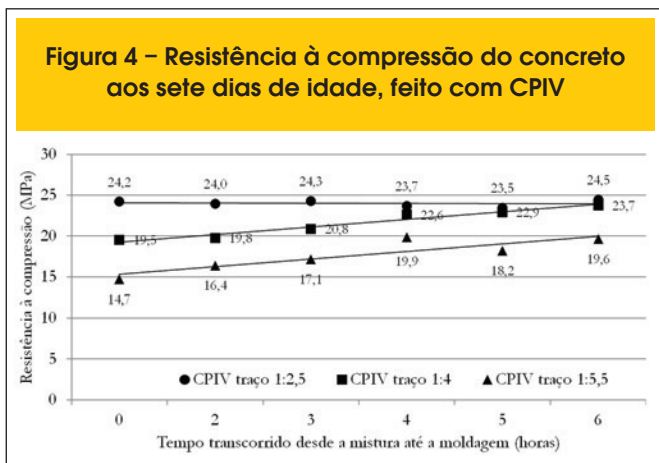


Figura 3 – Resistência à compressão do concreto aos vinte e oito dias de idade, feito com CPV-ARI





A Figura 4 apresenta a resistência média para os corpos-de-prova moldados com CPIV e rompidos 7 dias após a moldagem. Para o cimento CPIV, que apresenta um ganho de resistência menor nas primeiras idades, comparado com o CPV, o comportamento da resistência, principalmente para o traço mais rico, foi de manutenção da resistência ao longo do tempo transcorrido desde a mistura até a moldagem. Já para o traço mais pobre ocorre um acréscimo das médias com o aumento do tempo transcorrido até a moldagem.

A Figura 5 apresenta a resistência média para os corpos-de-prova moldados com CPIV e rompidos 28 dias. Nota-se um pequeno aumento da resistência com o passar do tempo transcorrido desde a mistura até a moldagem. De maneira semelhante ao que se pode observar na Figura 4, o aumento da resistência para o traço pobre é maior que para os demais. Comparando-se a Figura 4 e Figura 5 observa-se um comportamento distinto para o traço rico. Aos 28 dias houve crescimento da

Tabela 4 – Análise de variância

Fonte	Teste					
	SQ <sup>1</sup>	GDL <sup>2</sup>	MQ <sup>3</sup>	F <sup>4</sup>	Probab	Comment
A: Tipo de cimento	8780,53	1	8780,53	519,32	0,00%	S <sup>5</sup>
B: Idade de ruptura	2787,30	1	2787,30	164,85	0,00%	S
C: Tempo de amassamento	1056,91	5	211,38	12,50	0,00%	S
D: Traço	1792,62	2	896,31	53,01	0,00%	S
AB	24,48	1	24,48	1,45	23,09	NS <sup>6</sup>
AC	258,96	5	51,79	3,06	1,18%	S
AD	262,74	2	131,37	7,77	0,06%	S
BC	146,57	5	29,31	1,73	13,09%	NS
BD	77,52	2	38,76	2,29	10,49%	NS
CD	241,03	10	24,10	1,43	17,52%	NS
ABC	65,99	5	13,20	0,78	56,54%	NS
ABD	108,75	2	54,37	3,22	4,32%	S
ACD	406,53	10	40,65	2,40	1,16%	S
BCD	414,57	10	41,46	2,45	1,00%	S
ABCD	284,74	10	28,47	1,68	9,03%	NS
Erro	2316,35	137	16,91	-	-	-
Total	19025,58	208	-	-	-	-

<sup>1</sup> SQ – Soma Quadrada;  
<sup>2</sup> GDL – graus de liberdade;  
<sup>3</sup> MQ – média quadrada;  
<sup>4</sup> F – teste de Fischer  
<sup>5</sup> S – significativo  
<sup>6</sup> NS – não significativo

resistência ao passo que aos 7 dias este crescimento não é percebido para o traço rico, o motivo deste comportamento distinto não é conhecido pelos autores.

A partir dos valores individuais realizou-se uma análise de variância (ANOVA) para se verificar se os fatores analisados são significativos. A tabela 1 resume os parâmetros da análise realizada para os dados experimentais apurados neste trabalho.

Como esperado, as variáveis tipo de cimento, idade de ruptura e traço são significativas, e tem seu comportamento largamente consolidado na literatura corrente. A variável tempo de moldagem, que consiste do tempo transcorrido desde a mistura dos materiais até a moldagem, e que é objeto de estudo deste trabalho, também mostrou-se significativa. O comportamento observado nas figuras 2 a 5, no entanto, mostram a resistência crescendo com o aumento do tempo transcorrido até a moldagem. Esta constatação, evidentemente somente, é válida para as condições pelas quais o abatimento foi mantido constante e que foram propostas na metodologia deste estudo.

A observação da elevação da resistência à compressão média dos concretos moldados com tempos transcorridos até a moldagem maiores, maiores do que 150 minutos, pode ser explicada pela perda de água para o ambiente e, conseqüentemente, a diminuição da relação água cimento efetiva da mistura, bem como a possível quebra dos primeiros produtos de hidratação formados, que são maiores e mais frágeis. Há de se resaltar que este aumento pode variar em função das características do equipamento utilizado e do volume produzido. Assim há necessidade de se investigar se o mesmo acontece para outros equipamentos e principalmente para misturas de concreto de maior volume.

Porém é importante destacar que a administração de aditivo superplastificante, juntamente com a agitação periódica, permitiu que o concreto fosse moldado num tempo 2,5 vezes maior que aquele estabelecido pela NBR 7212, mantendo o desempenho mecânico do concreto.

#### 4. Conclusões

Mostrou-se no presente trabalho que, alternativamente ao que normatiza a NBR 7212 e é largamente indicado na literatura, o tempo de lançamento e acabamento do concreto pôde ser estendido além de 150 min, para até 360 min, desde que se mantendo o abatimento através do uso de superplastificantes (mantendo a relação água/cimento), sem que isso representasse perda da propriedade mecânica de resistência à compressão. Cabe salientar que estes resultados são representativos para os materiais e principalmente para o aditivo superplastificante utilizados nesta pesquisa.

#### 5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao NORIE (Núcleo Orientado à Inovação da Edificação) da UFRGS pelo apoio na realização dos experimentos e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento deste trabalho.

#### 6. Referências bibliográficas

- [01] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 52: Agregado miúdo – Determinação da massa específica aparente. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- [02] \_\_\_\_\_. NBR NM 53: Agregado graúdo – Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- [03] \_\_\_\_\_. NBR NM 65: Cimento Portland – Determinação dos tempos de pega – método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.
- [04] \_\_\_\_\_. NBR NM 67: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- [05] \_\_\_\_\_. NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- [06] \_\_\_\_\_. NBR 5733: Cimento Portland – Cimento Portland de alta resistência inicial – especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 1991.
- [07] \_\_\_\_\_. NBR 5735: Cimento Portland – Cimento Portland de alto-forno - especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 1991.
- [08] \_\_\_\_\_. NBR 5736: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- [09] \_\_\_\_\_. NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- [10] \_\_\_\_\_. NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- [11] \_\_\_\_\_. NBR 7112: Concreto – Execução de concreto dosado em central. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.
- [12] \_\_\_\_\_. NBR 11578: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- [13] HELENE, P. L.; TERZIAN, P. R. Manual de dosagem e controle do concreto. Brasília: Pini, 1992.
- [14] MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: estrutura, propriedades e materiais. São Paulo: IBRACON, 2008.
- [15] NEVILLE, A. M. Propriedades do concreto. 2° ed. São Paulo: PINI, 1997.
- [16] SILVA, E. F. Variações dimensionais em concreto de alto desempenho contendo aditivo redutor de retração. 2007. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- [17] VIEIRA, G. L. Influência da microfissuração causada por carregamento precoce nas propriedades mecânicas de concretos produzidos com diferentes tipos de cimento. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.