

UM COMPARATIVO EM NÍVEIS DE CONSISTÊNCIA DE ADITIVOS PLASTIFICANTE E SUPERPLASTIFICANTE EM FUNÇÃO DO TEMPO DE MISTURA

Marcelo Victor Vicente de Lima¹

mvv.lima@gmail.com

Amâncio da Cruz Filgueira Filho²

amanciofilgueira@hotmail.com

Ângelo Just Costa e Silva³

angelo@unicap.br

ÁREA: REABILITAÇÃO

Resumo

Os aditivos são produtos empregados na produção de concretos e argamassas de cimento para modificar certas propriedades do material fresco ou endurecido, e seu uso é de suma importância para a construção civil. Os aditivos plastificantes e superplastificantes consistem em moléculas com extremidades laterais com cargas negativas, no qual um dos lados adere aos grãos de cimento, sendo esta a superfície positiva, e outro lado com carga negativa fica exposto. A repulsão eletrostática entre as cargas negativas afasta os grãos de cimento cobertos pelo aditivo facilitando a trabalhabilidade. Estes aditivos possuem fundamental importância no controle de um traço com relação água/aglomerante muito baixa e para reduzir a quantidade de água na mistura, e estes estão cada vez mais acessíveis e vem ajudando a melhorar a qualidade do concreto produzido para os mais devidos fins. Para aprimorar suas aplicações e extrair o máximo de suas capacidades este trabalho tem como objetivo analisar a potencialidade destes aditivos em níveis de consistência em função do tempo dos tempos de mistura. Nos procedimentos metodológicos foram seguidas as seguintes etapas: definição do traço; mistura mecânica de três diferentes composições de concreto; determinação da consistência para cada tempo definido através do ensaio de abatimento do concreto; e ensaio de compressão. Foram moldadas três famílias de concreto, referencia (sem aditivos) outra com aditivo plastificante e a terceira com uso de aditivo superplastificante. Com base nos resultados pode-se concluir que existe uma mudança significativa nos níveis de consistência em relação aos tempos de mistura.

Palavras-chave: Aditivos plastificantes

Tempo de mistura

Consistência

Resistência

¹ Graduando Curso de Engenharia Civil; Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil

² Mestrando em Engenharia Civil, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, Brasil

³ Professor Doutor no Curso de Engenharia Civil, Universidade Católica de Pernambuco/ Universidade de Pernambuco, Brasil

UN COMPARATIVO EN NIVELES DE CONSISTENCIA DE ADITIVOS PLASTIFICANTE Y SUPERPLASTIFICANTE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO DE MEZCLA

Marcelo Victor Vicente de Lima¹

mvv.lima@gmail.com

Amâncio da Cruz Filgueira Filho²

amanciofilgueira@hotmail.com

Ângelo Just Costa e Silva³

angelo@unicap.br

AREA: REHABILITACIÓN

Resumen

Los aditivos son productos empleados en la producción de hormigones y morteros de cemento para modificar ciertas propiedades del material fresco o endurecido, y su uso es de suma importancia para la construcción civil. Los aditivos plastificantes y superplastificantes consisten en moléculas con extremos laterales con cargas negativas, en el cual uno de los lados se adhiere a los granos de cemento, siendo esta la superficie positiva, y otro lado con carga negativa queda expuesto. La repulsión electrostática entre las cargas negativas aleja los granos de cemento cubiertos por el aditivo facilitando la trabajabilidad. Estos aditivos poseen fundamental importancia en el control de un trazo con relación agua / aglomerante muy baja y para reducir la cantidad de agua en la mezcla, y estos son cada vez más accesibles y vienen ayudando a mejorar la calidad del concreto producido para los más debidos fines. Para perfeccionar sus aplicaciones y extraer el máximo de sus capacidades este trabajo tiene como objetivo analizar la potencialidad de estos aditivos en niveles de consistencia en función del tiempo de los tiempos de mezcla. En los procedimientos metodológicos se siguieron las siguientes etapas: definición del rasgo; mezcla mecánica de tres diferentes composiciones de hormigón; determinación de la consistencia para cada tiempo definido a través del ensayo de abatimiento del concreto; y ensayo de compresión. Se han moldeado tres familias de concreto, referencia (sin aditivos) otra con aditivo plastificante y la tercera con uso de aditivo superplastificante. Con base en los resultados se puede concluir que existe un cambio significativo en los niveles de consistencia en relación a los tiempos de mezcla.

Palabras clave: Aditivos plastificantes

Tiempo de mezcla

Consistencia

Resistencia

Introdução

A consistência é uma das principais propriedades do concreto, pois através da sua manutenção é que se consegue a trabalhabilidade ideal para extrair o máximo das capacidades. O uso de aditivos plastificantes e superplastificantes vêm sendo desmistificado e seu uso ganhando cada vez mais adeptos em todo o país. Pois desde as indústrias de concreto, passando pelas obras de grande porte chegando até pequenas obras, com concretos misturados até manualmente já se vê o uso de tais aditivos.

Os benefícios são inúmeros e vão desde a redução do uso de água de mistura, ganho de resistência, aumento da consistência, melhoria da trabalhabilidade, diminuição do uso de cimento gerando dosagens mais econômicas até a possibilidade de serem usados para gerar concreto auto-adensável e concreto de alto desempenho, além de proporcionar maior resistência a agentes agressivos.

Estes aditivos são elementos químicos que se atraem e repulsam através de suas cargas positivas e negativas. As moléculas com extremidades laterais com cargas negativas aderem aos grãos de cimento, sendo esta a superfície positiva, e outro lado com carga negativa fica exposto. A repulsão eletrostática entre as cargas negativas afasta os grãos de cimento cobertos pelo aditivo facilitando a trabalhabilidade.

Visando o melhor entendimento para esta propriedade, o presente trabalho tem a finalidade de estudar como a consistência se comporta em função do tempo com o uso de aditivos plastificantes e superplastificantes em diferentes traços de concreto. Para o desenvolvimento da pesquisa decidiu-se avaliar a como a consistência se comporta no decorrer do tempo. Foram formulados dois traços de concreto utilizando plastificante e superplastificante e mais um traço sem aditivo para servir de base para o comparativo. Os intervalos de 0, 15, 30 e 60 minutos foram escolhidos para aferir a consistência pelo método do abatimento do tronco de cone e em seguida moldados doze corpos de prova para ensaiar suas resistências à compressão axial. Todos os procedimentos foram realizados seguindo prescrições normativas do Brasil.

II – Revisão Teórica

De acordo com a ABNT NBR 11768:2011 (1) aditivos são produtos adicionados durante o processo de preparação do concreto, em quantidades não superior a 5% da massa de cimento, com o objetivo de modificar suas propriedades no estado fresco e/ou endurecido.

Ainda de acordo com a norma, aditivo plastificante age como um agente dispersor das partículas de cimento, evitando sua aglomeração e reduzindo a tensão superficial da água da mistura. Como consequência da melhor distribuição das partículas de cimento do agregado, obtém-se uma melhora na coesão e trabalhabilidade do concreto, e através da possibilidade de redução do volume de água da mistura, mantendo-se a mesma consistência e consumo de cimento, obtém-se uma mistura com fator água/cimento menor resultando em maiores resistências e menos capilaridades.

Aditivos superplastificantes são definidos como os produtos que aumentam o índice de consistência do concreto, mantendo-se a quantidade de água de mistura constante, ou ainda como aqueles que possibilitam uma redução mínima de 12% da água de mistura na produção de um concreto com dada consistência. Com esse propósito, a tecnologia avançou no sentido de maximizar os efeitos dos superplastificantes e foram desenvolvidos aditivos superplastificantes de alto desempenho à base de polímeros policarboxilatos.

Segundo descreve Rojas e Cincotto, (2013) (2)

Os aditivos dispersantes à base de policarboxilato (PC) são polímeros de estrutura combinada, constituída por uma cadeia principal que se adsorve às partículas de cimento e cadeias laterais neutras, que, por sua vez, estabilizam o sistema por impedimento estérico, devido à resistência à interação, sob determinadas circunstâncias, das cadeias dos polímeros adsorvidos em duas partículas diferentes (FLATT et al., 2009).

A cadeia principal é constituída pela polimerização do monômero ácido acrílico ou metacrílico, carregada negativamente pelos grupos carboxílicos presentes. Parte desse grupo funcional é esterificada por poliálcoois, que se constituem nas cadeias laterais de óxido de polietileno. Na síntese do PC, objetivando determinado desempenho, são considerados o comprimento da cadeia principal, o comprimento da cadeia lateral e a relação molar entre as cargas da cadeia principal e o número de cadeias laterais. O comprimento da cadeia principal caracteriza o polímero pela massa molecular e capacidade de polidispersão.

A molécula do policarboxilato-éster (PCE) adsorve-se pelos grupos carboxílicos na superfície das partículas do cimento, ou de seus produtos de hidratação, numa interação de origem eletrostática. As cadeias laterais, por sua vez, apresentam grande afinidade pela solução presente nos sistemas cimentícios nas idades iniciais da hidratação, dispersando as partículas por repulsão estérica gerada pelos grupos éter da cadeia lateral (ALONSO et al., 2007; GRIESSER, 2002; HUI et al., 2007; PLANK; SACHSENHAUSER, 2009).

Os aditivos desenvolvidos com a tecnologia de polímeros policarboxilatos possuem capacidade de dispersão superior à dos aditivos dispersantes tradicionais, sendo possível, a partir de sua utilização, a produção de concretos com características especiais, formulados, dependendo das exigências do projeto, para atingir maiores resistências mecânicas e melhores características de aplicação, com diminuição nos tempos de lançamento e ganhos em durabilidade. A disponibilidade no mercado de concretos de alto desempenho tem viabilizado projetar estruturas com maiores possibilidades do ponto de vista arquitetônico e com melhor aproveitamento do espaço por empregar elementos estruturais de menores dimensões.

III – Desenvolvimento Experimental

1. Materiais

Os materiais utilizados para a realização desta pesquisa foram: cimento CP II-F 40, areia média, brita “0” (4,8 a 9,5 mm), e aditivo plastificante e superplastificante. Eles foram devidamente separados e pesados.

Para viabilizar os testes foi feito um único traço de concreto, com 63% de argamassa, que foi composta por cimento, areia média e brita “0” por conta de sua granulometria que varia de 4,8mm a 9,5mm. Este é usualmente empregado para Concreto Auto Adensável, e é o que melhor desempenharia as funções do aditivo superplastificante. Caso fosse usado o traço comum, como por exemplo, 1:2,5:3,5 e 0,55 a/c poderia causar a segregação dos agregados graúdos no momento do teste de espalhamento/abatimento. Por tais motivos

usou-se o mesmo para três diferentes situações, que foram as famílias: sem aditivo, com aditivo plastificante e com aditivo superplastificante.

Os traços em questão, cujas proporções em volume foram (Cimento: Areia: Brita: Água/Cimento: Aditivo) estão apresentados a seguir, e terão os seguintes nomes: “REF”, para o traço de concreto sem aditivos feito para servir de referência, “P” para o traço com aditivo plastificante e “SP” para o traço com aditivo superplastificante.

Tabela 1: Formulação dos traços.

	Dados em kg			Dados em proporção		
	REF	P	SP	REF	P	SP
Cimento	4,20	4,20	4,20	1	1	1
Areia	10,610	10,610	10,610	2,5	2,5	2,5
Brita	7,720	7,720	7,720	1,84	1,84	1,84
Água	2,510	2,050	2,050	0,60	0,48	0,48
Aditivo	-	0,042	0,042	-	1%	1%
Tipo Aditivo	-	P	SP	-	P	SP

Houve uma alteração no fator água/cimento do REF, que foi criado para servir de referência, pois como estava sem aditivo o teste de consistência deu abatimento igual a zero como resultado para 0,48 de a/c. Nesse caso acrescentou-se mais água, chegando a 0,60 a/c para que assim proporcionasse um abatimento capaz de ser comparado com os outros traços em função do tempo.

O aditivo plastificante utilizado foi o AMT MC-MURAPLAST FK 101 da empresa *MC Bauchemie* (3).

Este plastificante age como um agente dispersor das partículas de cimento, evitando sua aglomeração e reduzindo a tensão superficial da água da mistura.

O superplastificante usado no estudo foi o AMT MC-POWERFLOW 3100 também da empresa *MC Bauchemie* (4) que é sintético, baseado na tecnologia de polímeros policarboxilatos (PCE).

2. Métodos

Após a determinação do traço foi dado início à preparação do concreto. Para cada traço realizou-se a determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone (Slump Test), conforme norma ABNT NBR NM 67:1998 (5) para os intervalos de tempo após a mistura de 0 minutos, 15 minutos, 30 minutos e 60 minutos. No total foram 12 testes de abatimento.

Aos 60 minutos, após o último ensaio de abatimento, foram moldados imediatamente para cada traço 4 corpos de prova cilíndricos de 10 cm de diâmetro de base e 20cm de altura seguindo a norma ABNT NBR 5738:2015 (6) para que aos 28 dias fossem realizados os ensaios de compressão conforme norma ABNT NBR 5739:2007 (7).

Vale salientar que entre os intervalos de tempo aferidos cada concreto ficava em um recipiente coberto, longe da ação de intempéries que pudessem afetar suas propriedades, e voltava a ser misturado 1 minuto antes de cada intervalo pré-determinado.

IV – Resultados e Discussões

Observou-se no traço “P” que o resultado do teste de abatimento imediatamente após a mistura, ou seja aos 0 minutos, foi de 7cm. Aos 15 minutos foi de 6 cm, aos 30 minutos foi de 5cm e aos 60 minutos foi de 4 cm.

O traço “SP” teve como resultados de espalhamento no tempo 0 de 690 mm. Quinze minutos depois o diâmetro do espalhamento foi 675 mm, 660 mm aos 30 minutos e 590 mm com 60 minutos depois da medição inicial.

Para a família REF, que foi o traço feito para servir de referência no ensaio de abatimento, obtivemos 19 cm, 16 cm, 14 cm e 11 cm respectivamente para os tempos de 0, 15, 30 e 60 minutos.

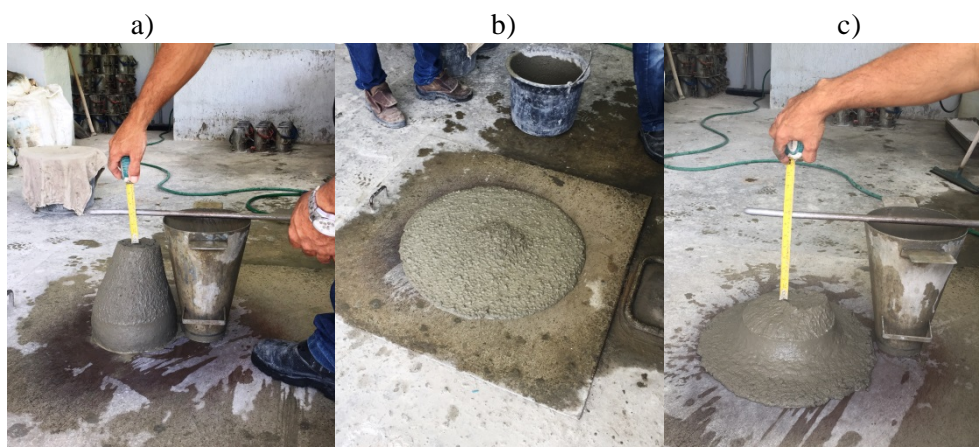


Figura 1: Ensaio de consistência dos traços de concreto: a)Traço P; b)Traço SP; c)Traço REF

Como mostra a figura 2, os traços REF, P e SP tiveram variação em valores absolutos de 8 cm, 3 cm e 10 cm respectivamente ao longo dos 60 minutos do estudo.

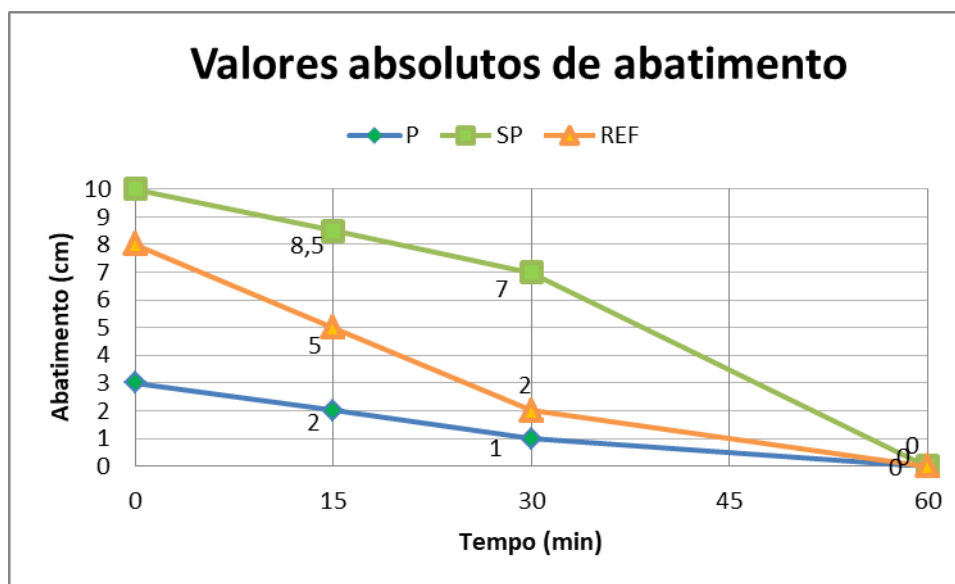


Figura 2: Gráfico da variação do abatimento em valores absolutos

Na tabela 2 estão os resultados do ensaio de compressão a que foram submetidos os 12 corpos de prova.

Tabela 2: Resultados dos ensaios de compressão axial (em MPa).

	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	Média
REF	31,60	29,20	28,27	26,27	28,24
P	46,77	42,41	42,36	40,13	42,92
SP	33,77	31,89	31,70	28,04	31,24

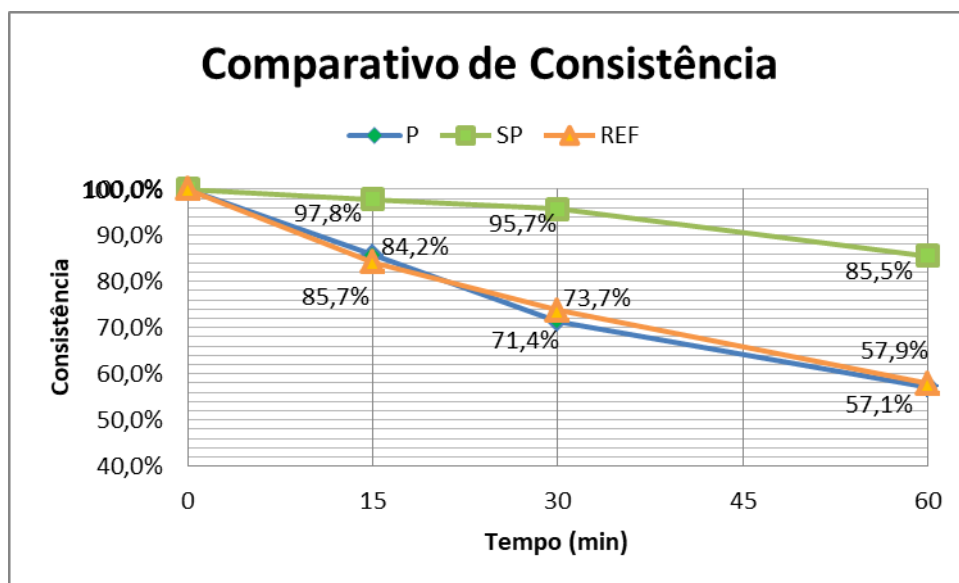


Figura 3: Gráfico do comparativo das consistencias

De acordo com os dados da figura 2 os níveis de consistência variam significativamente em função do tempo de mistura. Os traços REF e P tiveram resultados de consistencia bem próximos um do outro, pois perderam cerca de 43% da sua trabalhabilidade inicial ao decorrer dos 60 minutos. O que distanciou estes dois concretos foram os resultados à compressão axial, que foi de 42,92 MPa no concreto com aditivo plastificante contra 28,24 MPa no concreto sem aditivo. Fato que comprova a importância dos aditivos redutores de água, pois para a mesma quantidade de aglomerantes e aglomerados conseguimos bons resultados na resistência à compressão mantendo, no final do tempo estipulado no estudo, variações de consistência semelhantes.

Os valores obtidos com os ensaios de consistencia ficaram próximos aos que foram aferidos por Corrêa (2010) (8), onde encontrou uma variação de 50% da perda de abatimento num concreto com 0,8% de aditivo plastificante após 45 minutos da mistura inicial. E a sua resistencia a compressão aos 28 dias foram 37,5 Mpa com 0,8% de aditivo contra 31,6 Mpa do concreto sem aditivos.

De acordo com Teixeira e Pessiler (2007) (9) em seu trabalho sobre perda de resistencia à compressão do concreto com adição de água para perda de abatimento ao longo do tempo que obteve resultados de 50% de perda de abatimento após 45 minutos de mistura estão próximos do resultado do traço REF.

No traço SP ainda existe a possibilidade de diminuir a relação a/c chegando na bibliografia a valores de 0,35 e aumentar a quantidade de aditivo como demonstra no seu manual de utilização para até 5%, com o objetivo de aumentar a resistência à compressão do concreto. Como pode ser visto comparando com o traço P, o qual obteve resultados superiores de compressão, mesmo este possuindo a mesma formulação. Essa diferença poderia ser minimizada alterando os valores de a/c e % do aditivo para se obter resistências maiores, sendo isto uma vantagem da utilização deste aditivo. O resultado foi satisfatório para a consistência em determinados intervalos de tempo, pois o concreto desenvolvido com superplastificante foi o que melhor se comportou, tendo uma perda de consistência de apenas 14,5% em relação a inicial.

V – Conclusões

Os resultados obtidos mostram que o tempo influencia de maneira significativa a consistência do concreto, sendo necessário adicionar água para conseguir manter sua trabalhabilidade. Mas observou-se que o aumento do fator água/cimento reduz fortemente sua resistência à compressão.

Após 60 minutos, para obter um concreto com a mesma variação de consistência foram substituídos 470 gramas de água por 42 gramas de aditivo plastificante. Essa diminuição no fator água/cimento resultou num aumento de 48% na resistência à compressão do concreto (de 28,84 para 42,92 Mpa).

No concreto da família SP mesmo após o decorrer de 45 minutos e sua consistência tendo diminuído 14,5% em relação à inicial ainda ficou bem próximo da faixa de espalhamento considerada idela pela ABNT NBR 15283:2010 (10) (11) para Concreto Auto-Adensáveis que é de 600 a 750 mm. O concreto do estudo finalizou os testes com 590 mm.

Em função dos resultados observados no trabalho, comprovando os benefícios do uso dos aditivos plastificantes e superplastificantes, e pelas razões citadas acima, a conclusão deste trabalho é que a maior difusão do uso de aditivos nos canteiros de obras trará vários benefícios para as obras e para a sociedade.

Agradecimentos

Agradecer a *MC Bauchemie* do Nordeste pelo imenso apoio dado a esta pesquisa nos fornecendo tanto os materiais necessários como o laboratório da fábrica para a realização dos testes e ensaios.

Bibliografia

- (1) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11768: **Aditivos químicos para concreto de cimento portland**. Rio de Janeiro, 2011.
- (2) ROJAS, C. M. & CINCOTTO, M. A. **Influência da estrutura molecular dos policarboxilatos na hidratação do cimento Portland**. In: Ambiente construído vol. 13, n.3. Porto Alegre, 2013.
- (3) MC BACHEMIE. **Manual do aditivo plastificante Muraplast FK 101**.
- (4) MC BACHEMIE. **Manual do aditivo superplastificante MC-Powerflow 3100**.
- (5) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 67: **Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 1998.



- (6) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: **Concreto – Procedimentos para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro, 2015.
- (7) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: **Concreto – Ensaio de compressão dos corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2007.
- (8) CORRÊA, A. C. A.. **Estudo do desempenho dos aditivos plastificantes e polifuncionais em concreto de cimento portland tipo CPIII-40**. Dissertação de pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010.
- (9) 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**. In: Revista de Iniciação Científica Unesc, v.5, n.1. Criciúma, 2007.
- (10) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15283-1: **Concreto auto-adensável: Classificação, controle e aceitação no estado fresco**. Rio de Janeiro, 2010.
- (11) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15283-2: **Concreto auto-adensável: Determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual – Método do cone de Abrams**. Rio de Janeiro, 2010.