



1º ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA-PROJETO-PRODUÇÃO
EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO

São Carlos, 03 - 04 de novembro de 2005

Concreto Auto-Adensável uma opção para os Pré – Moldados

Self-Compacting Concrete an option for the Premolded

Lisboa, Edvaldo Monteiro ⁽¹⁾; Gomes, Paulo César Correia ⁽²⁾; Lima, Flávio Barboza de ⁽²⁾; Barboza, Aline da Silva Ramos ⁽²⁾

(1) Mestrando, Lisboa, Edvaldo Monteiro, Universidade Federal de Alagoas
email: emlisboa@ctec.ufal.br

(2) Professor Doutor, Departamento de Engenharia Estrutural, Universidade Federal de Alagoas
email: pgomes@ctec.ufal.br; fblima@ctec.ufal.br; alramos@ctec.ufal.br

Universidade Federal de Alagoas/Centro de Tecnologia/Núcleo de Pesquisas Tecnológicas
BR 104 Norte, km 14, CEP 57072-970, Tabuleiro do Martins - Maceió-AL

Resumo

Concretos auto-adensáveis já estão sendo utilizados em elementos Pré-moldados em virtude de grandes vantagens quando comparados com as misturas convencionais. Os auto-adensáveis apresentam redução do custo de aplicação por metro cúbico, garantia de bom acabamento em concreto aparente; otimização de mão-de-obra com aumento de produtividade; maior rapidez na execução da obra; diminuição do ruído; economia de energia elétrica; eliminação de vibração; aumento das possibilidades de trabalho com formas de pequenas dimensões e redução do custo final da obra em comparação ao sistema de concretagem convencional. Apresentam ainda a vantagem de ser material ecológico; em função da necessidade de materiais finos em sua composição, podendo utilizar os resíduos industriais que são nocivos à natureza.

Nesse trabalho, misturas de argamassa e concreto auto-adensáveis, com resíduos da indústria de corte de blocos de mármore e granito, são obtidas usando procedimentos simples de ensaios. Os materiais constituintes são os disponíveis no mercado local. O comportamento da argamassa é estudado através dos ensaios no Cone de Marsh e Tronco de Cone da mesa de consistência. Uma aplicação prática da utilização de argamassa em elemento pré-moldado é apresentada. As propriedades de auto-adensamento do concreto no estado fresco são avaliadas através dos ensaios de Extensão do fluxo, Caixa – L, Funil – V e Teste-U, obedecendo aos critérios estabelecidos na literatura. A resistência à compressão, à tração e o módulo de elasticidade foram medidos em 7 e 28 dias.

Palavras-Chave: resíduo; argamassa; concreto auto-adensável; ensaios; pré-moldados.

Keywords: residue; mortar; self-compacting concrete; test; premolded.

1 Introdução

O desenvolvimento de concretos, tanto os convencionais como os especiais, que utilizam altas dosagens de resíduos finos, proveniente dos rejeitos industriais, no sentido de alcançar ou melhorar suas propriedades, tem sido tratado como uma contribuição positiva à tecnologia sustentável do concreto e ao meio ambiente (Mehta, 2002; Malhotra, 2002; Gomes et al., 2003). Neste sentido, vários estudos têm desenvolvido concretos com elevado volume de subprodutos industriais contribuindo para o desenvolvimento tecnológico de construção ambientalmente amigável, onde neste contexto estão fortemente presentes as estruturas pré-moldadas. Dentre eles o concreto auto-adensável vem se destacando permitindo em suas misturas uma alta dosagem de finos que são resíduos industriais (Malhotra e Bilodeau, 1999).

O concreto auto-adensável (CAA) necessita em sua composição de componentes que sejam capazes de garantir alta fluidez e moderada coesão. O aditivo superplastificante é inevitável para obtenção de alta fluidez. E os aditivos modificadores de viscosidade e/ou adições minerais são fundamentais para assegurar ao concreto a viscosidade necessária que garanta a resistência à segregação do mesmo sem prejudicar sua fluidez (Sakata et al., 1996; Sedran et al., 1996, Petersson e Billberg, 1999). As adições minerais juntamente com o cimento, formando os chamados finos do concreto, quando usados com percentuais adequados, são capazes de proporcionar a viscosidade e a coesão necessária (Sedran et al., 1996; Peterson e Bilberg, 1999; Gomes, 2002). Desta forma, surge a necessidade de um estudo prévio para se estabelecer os percentuais de cada componente da mistura que atenda as propriedades do CAA no estado fresco.

Neste contexto, o trabalho apresenta um estudo da viabilidade do uso de tal resíduo como material componente da argamassa e do concreto, para as diversas aplicações, dentre elas, principalmente, a aplicação em elementos pré-moldados. A pesquisa está sendo desenvolvida no Laboratório de Estruturas e Materiais (LEMA) do Núcleo de Pesquisas Tecnológicas (NPT) da UFAL. O estudo foi iniciado pela determinação das misturas de CAA usando métodos de dosagem já conhecidos na literatura, Gomes, 2002. Argamassas e concretos com características auto-adensáveis foram obtidas e comparadas com os requisitos propostos para materiais auto-adensáveis. Uma aplicação prática da argamassa em moldes pré-moldados foi realizada a fim de verificar a auto-adensabilidade da mesma. Na aplicação pôde-se constatar o preenchimento total dos moldes sem qualquer método de vibração. As misturas de concreto foram avaliadas através de ensaios que quantificam suas propriedades de auto-adensabilidade. Os resultados mostraram que os concretos apresentaram características altamente fluidas e adensáveis e Resistência à Compressão da ordem de 40,0 MPa, aos 28 dias.

2 Material e método

2.1 Materiais

Neste estudo, o cimento do tipo Portland composto - CP II-F-32, de acordo com a norma NBR 11578, e um aditivo superplastificante tipo carboxílico, com as características apresentadas na tabela 1, foram usados. A dosagem de superplastificante é determinada como a relação, em massa, entre a quantidade sólida de superplastificante e o cimento (sp/c). A água do superplastificante é considerada como parte da relação água/cimento (a/c). O resíduo do beneficiamento do mármore e granito (RBMG), com propriedades apresentadas na tabela 1, foi usado na argamassa e nos concretos, como aditivo mineral, representado pela relação r/c (resíduo/cimento), na proporção de 50% da massa de cimento. Tal resíduo foi proveniente de jazidas dos Estados de Alagoas, Bahia, Ceará,

Pernambuco, Rio Grande do Norte e Espírito Santo. Sua análise química apresentou Perda ao fogo (2,14%), SiO₂ (56,89%), Fe₂O₃ (9,58%), Al₂O₃ (15,08%), CaO (5,88%), MgO (traços), Na₂O (1,45%) e K₂O (1,68%). Em um dos concretos foram também utilizados 3% de sílica ativa em relação à massa de cimento; valor médio entre 1% e 5%, estabelecido apenas para dar maior coesão à mistura. Ao longo de todo o estudo foi usada à mesma relação água cimento em massa, a/c = 0,5.

O agregado miúdo usado foi areia natural quartzosa com módulo de finura igual a 2,492. O agregado graúdo a pedra britada de origem granítica com módulo de finura igual a 6,105 e índice de forma igual a 2,21. Outras características dos agregados utilizados estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Características dos materiais usados

Materiais	Resíduo: RBMG / Granulometria: 63 µm (> 75% passante) Densidade (g/cm ³): 2,812			
	Brita	Areia	Aditivo Superplastificante	
Massa específica (g/cm ³)	2,650	2,611	Base Química	Policarboxilatos
Absorção (%)	0,82	0,60	Densidade (g / ml)	1,087
Diâmetro máximo (mm)	12,5	2,4	Teor de sólido (%)	30

2.2 Procedimentos de mistura

A argamassa usada nos elementos pré-moldados foi misturada numa argamassadeira Betomac, modelo M80, de 80 litros de capacidade. As argamassas produzidas obedeceram a seguinte seqüência de execução: areia + água de absorção e misturados por 30 segundos; em seguida os materiais finos, cimento + RBMG, e misturados por 1 minuto, a argamassadeira foi parada por 30 segundos e efetuada a limpeza dos materiais que colam internamente nas paredes; depois 80% da água misturando por mais 1 minuto, parando novamente durante 30 segundos para nova limpeza das paredes e por último o superplastificante juntamente com a água restante, abatida da água do superplastificante e da umidade da areia, executando a mistura por 2 minutos finais, com um total de 4,5 minutos de mistura.

Para o concreto, foi usada uma betoneira basculante com capacidade de 400 litros. A seguinte seqüência foi seguida: Os agregados + água de absorção foram misturados por 30 segundos; depois foi colocado o cimento + aditivos minerais e misturados por 30 segundos; e em seguida 80% da água foi incorporada e misturada por 1 minuto e 30 segundos; e por fim o superplastificante + o restante da água foram incorporados e misturados por 2 minutos, com um total de 4,5 minutos de mistura.

2.3 Procedimentos dos ensaios

Os ensaios utilizados para análise do comportamento de fluxo das argamassas foram: O cone de Marsh, figura 1a, com abertura inferior do cone de 12mm, e o tronco de cone da mesa de consistência, figura 1b, de acordo com a norma NBR 13276/1995. No cone de Marsh se mede o tempo de fluxo que a argamassa leva para fluir 500 ml dos 1000 ml colocados no cone. Neste ensaio, em função do tempo de fluxo, é determinada a dosagem ótima de superplastificante denominada de ponto de saturação. Já o ensaio da mesa de consistência é usado para verificar a capacidade de espalhamento da argamassa, medindo os diâmetros de espalhamento, sem compactação. A aparência da argamassa espalhada também é observada com relação à segregação. Todos os ensaios foram realizados a uma temperatura de 29°C ± 2°C e a umidades do ar de 71% ± 5 %.

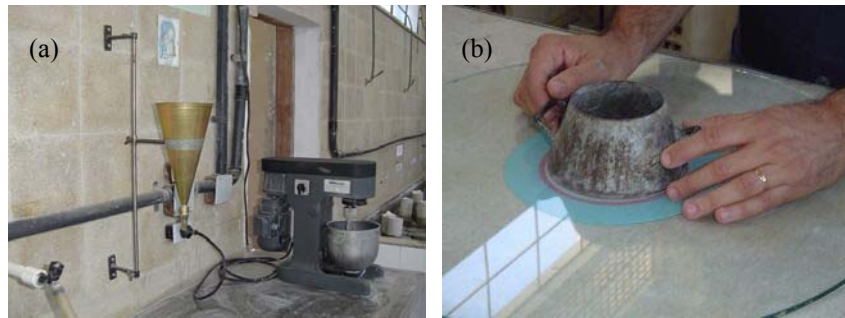


Figura 1 - (a) Cone de Marsh e (b) Tronco de cone da mesa de consistência

No concreto as propriedades de auto-adensabilidade no estado fresco foi avaliada usando os seguintes ensaios, proposto por Gomes (2002):

- A habilidade de fluir é medida com os testes de extensão de fluxo (slump flow), Figura 2a, e funil-V, Figura 2b. Os respectivos requisitos são o diâmetro de extensão do espalhamento final do concreto que tem de estar entre 60-80 cm e um tempo de fluxo de 6s a 13s. Adicionalmente, o tempo tomado no slump flow para o concreto alcançar um diâmetro de extensão de 50 cm (T_{50}) deve ser de 2s a 7s;
- A habilidade de passar entre os obstáculos é determinada usando o teste da caixa-L, Figura 2c. Os requisitos especificados são: o tempo necessário para o concreto fluir longitudinalmente até 20 cm (T_{L20}), o qual deve ser $\leq 2s$, o tempo necessário para fluir longitudinalmente até 40 cm (T_{L40}), o qual deve ser $\leq 4s$ e a relação entre as alturas de concreto h_1 e h_2 em cada canto, que define a Relação de bloqueio ($RB = h_2/h_1$), o qual deve ser $\geq 0,8$. A abertura usada entre as barras de armadura é regulada em 42,5 mm. O espaçamento e a quantidade de reforço (barras) são definidos de acordo com o tamanho máximo do agregado e/ou das condições reais de aplicação do concreto;
- A resistência à segregação é determinada usando um tubo em forma de U de 16 cm de diâmetro, Figura 2d, através do qual o concreto deve fluir, sem compactação. Depois que o concreto apresenta um certo endurecimento, o tubo é aberto e 3 amostras (cilíndricas) de cerca de 10 cm de espessura são extraídas dos locais marcados na figura, e cada uma delas é lavada sobre uma peneira de 5 mm para remover a argamassa. A brita que fica na peneira é secada e o conteúdo é determinado para cada amostra. A relação de segregação (RS) é definida como a relação entre a brita da amostra de entrada nº1 com as da base nº 2 e 3. Considera-se um $RS \geq 0,90$ como satisfatório.

No estado endurecido os CAA, através de corpos-de-prova cilíndricos foram submetidos a ensaios, no sentido de estudar suas propriedades mecânicas de Resistência à Compressão, Módulo de Deformação Estática e Resistência à Tração na Compressão Diametral, seguindo as orientações estabelecidas nas Normas Brasileiras, NBR-5739/1994, NBR-8522/2003 e NBR-7222/1994, respectivamente. Foram moldados corpos-de-prova cilíndricos de 10cm x 20cm para ser submetido a ensaio de compressão aos 7 dias e 28 dias de idade. Foram moldados corpos-de-prova cilíndricos de 15cm x 30cm para serem submetidos a testes para o estabelecimento de valores das três propriedades mecânicas de Resistência à Compressão, Módulo de Deformação Estática e Resistência à Tração na Compressão Diametral, aos 28 dias.

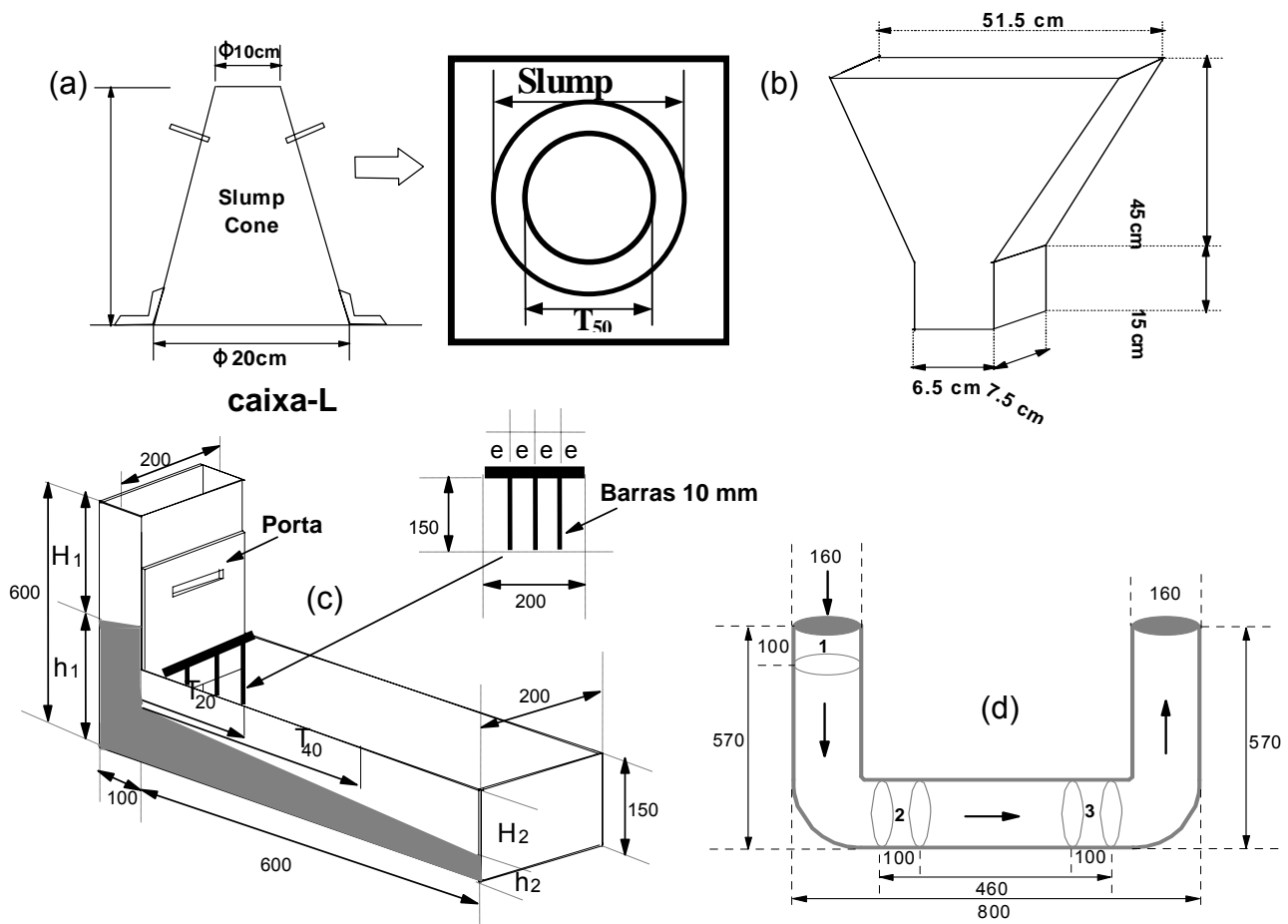


Figura 2 - Testes para concreto: (a) extensão de fluxo, (b) funil-V, (c) caixa-L e (d) Tubo-U

3 Resultados e discussão

3.1 Aplicação prática da argamassa

A mistura da argamassa utilizada foi: $sp/c = 0,25$, $a/c = 0,50$; $r/c = 0,50$ e relação areia/cimento igual a 2, a argamassa foi produzida na argamassadeira de 80 litros, conforme procedimento já descrito. No ensaio do tronco de cone da mesa de consistência, o diâmetro final alcançado, média entre dois diâmetros, foi da ordem de 300 mm atendendo ao diâmetro de espalhamento ≥ 300 mm sugerido por Chai (1998).

Na figura 3 apresenta-se a seqüência do descarregamento da argamassadeira logo após a conclusão do processo de mistura da argamassa. Observa-se o alto fluxo da argamassa, caracterizando o auto-adensamento da mesma na fôrma retangular, sem a utilização de nenhuma vibração mecânica.

Com argamassa produzida, foram preenchidas duas peças estruturais. A primeira um pé de mesa curvo (figura 4), pré-moldado, contendo armaduras de aço no interior da fôrma. A segunda um tijolo cerâmico (figura 5), utilizado em alvenaria estrutural. O preenchimento dessas peças com argamassa foi executado usando pás sem a utilização de nenhum método de vibração, apenas sob o efeito do próprio peso das mesmas, no sentido de verificar a capacidade de preenchimento da argamassa em fôrmas confinadas e com obstáculos.



Figura 3 – Seqüência de descarregamento da argamassadeira



Figura 4 – Pé de mesa pré-moldado com argamassa auto-adensável

Na figura 4, verifica-se que a argamassa garantiu o preenchimento total da forma e a superfície do elemento se apresentou com poucos poros.



Figura 5 – (a) Preenchimento do tijolo cerâmico estrutural; (b) tijolo depois de preenchido e corpos-de-prova cilíndricos de 5cm x 10cm; (c) vista da outra face do tijolo preenchido após endurecido

Na figura 5, também é verificado que a argamassa garantiu o preenchimento dos furos do tijolo, como pode ser visto através da superfície inferior do elemento estrutural, e dos corpos de prova, os quais foram preenchidos sem qualquer método de compactação. Além disto, as superfícies dos corpos de prova apresentaram um bom acabamento.

Também, foram moldados com as mesmas argamassas, sem qualquer compactação, corpos de prova cilíndricos de 5 cm x 10 cm (figura 5b), para ensaio de resistência à compressão e módulo de deformação, segundo as normas NBR 13279/1995 e NBR 8522/1984, respectivamente. Na tabela 2, os resultados da Resistência à Compressão e Módulo de Deformação são apresentados.

Tabela 2 - Resistência à Compressão e Módulo de Deformação da argamassa aos 28 dias.

CP	Resistência à compressão (MPa)	CP	Módulo de Deformação (GPa)
CP 1	43,3	CP 1	26,332
CP 2	45,6		
CP 3	38,3	CP 2	27,005
CP 4	43,4		
CP 5	44,8	CP 3	26,642
CP 6	42,8		
média	43,0	média	26,660

3.2 Aplicação do concreto

O concreto foi avaliado nos ensaios, já mostrados, que quantificam seu desempenho quanto à auto-adensabilidade. Na tabela 3, a composição das misturas dos concretos utilizados é mostrada com as respectivas percentagens dos componentes da pasta. Além disto, o volume de pasta e a relação areia/brita também são apresentados.

3.2.1 Ensaios no estado fresco

Para testar a habilidade de fluir de ambos concretos, com e sem sílica ativa, foram realizados ensaios de extensão de fluxo (figura 6-a, b) onde os diâmetros de extensão do espalhamento e o tempo tomado para o concreto alcançar um diâmetro de extensão de 50 cm (T_{50}) atingiram valores dentro dos intervalos estabelecidos pela literatura, já citados anteriormente. Da mesma forma para o ensaio no funil V (figura 6-c,d), os tempos de fluxo compatíveis também foram obtidos para ambos concretos.



Figura 6 – Ensaio: (a,b) extensão de fluxo; (c,d) funil V

Os ensaios anteriores mostram claramente o potencial de fluxo espontâneo do CAA, sem a necessidade da ajuda de nenhum recurso mecânico, que é uma característica essencial para o sucesso do preenchimento de formas de elementos pré-moldados.

Utilizando o teste na Caixa L (figura 7), a habilidade de passar entre os obstáculos foi determinada e atendeu aos parâmetros estabelecidos pela literatura em ambos concretos.



Figura 7 – Ensaio na Caixa L

O ensaio na Caixa L tem a característica particular de apresentar a capacidade ou não do concreto preencher as formas, vencendo os obstáculos encontrados em seu percurso sem perder a característica de se auto-adensar, dentro de um certo limite pré-estabelecido, dispensando a necessidade de vibração mecânica. Essa característica do CAA é fundamental para o preenchimento de formas de elementos pré-moldados.

A propriedade de resistência à segregação foi determinada usando o ensaio no tubo em U (figura 8) e os parâmetros estabelecidos pela literatura também foram atingidos a contento por ambos os concretos com 42% de pasta.



Figura 8 – Ensaio no tubo em U

Por último, o ensaio no tubo em U, comprovando o atendimento dos parâmetros da propriedade de resistência à segregação nos CAA produzidos, que são características imprescindíveis no preenchimento de formas de elementos pré-moldados. A ausência de segregação garante uma uniformidade visual no concreto aparente, uma distribuição proporcional de seus componentes, bem como uma melhor uniformidade na resistência do mesmo. As dosagens dos concretos e os resultados dos ensaios no estado fresco estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 – Dosagens dos CAA e resultados dos ensaios no estado fresco

Dosagens dos CAA (kg/m ³)		CAA sem sílica ativa	CAA com sílica ativa	
Volume de pasta (%)		42	42	
Relação areia/brita em massa		0,9	0,98	
Cimento		421	415	
RBMG (r/c = 0,50)		211	208	
Sílica ativa (sf/c=0,03)		-	12,5	
Água (a/c = 0,50)		211	208	
Superplastificante líquido (kg)		4,9 (0,35%)	5,5 (0,40%)	
Areia média		727	757	
Brita 12,5mm		799	769	
Ensaio no estado fresco				
Espalhamento (cm)		60cm – 80cm	77	69
T50 (s)		2s. – 7s.	0,81	3,1
Funil V (s)		6s. – 13s.	6	8,22
Caixa L	TL20 (s)	≤ 2s.	0,75	1,06
(abertura	TL40 (s)	≤ 4s.	1	2,21
42,5mm)	RB	≥ 0,80	0,98	0,89
Tubo em U (RS)		≥ 0,90	0,92	0,93

3.2.2 Ensaio no estado endurecido

A tabela 4 apresenta os resultados obtidos nos ensaios em corpos – de – prova cilíndricos de 10 cm x 20 cm e 15 cm x 30 cm, para as propriedades mecânicas no estado endurecido de Resistência à Compressão, Módulo de Deformação Estática e Resistência à Tração na Compressão Diametral para os dois CAA produzidos com 42% de pasta.

Tabela 4 – Resultados dos ensaios dos CAA no estado endurecido

Ensaio (MPa) –28 dias	CAA sem sílica	CAA com sílica
Resistência à Compressão (C.P. 10cmx20cm)		
Resistência à Compressão - 7dias	30,6 (4C.P.)	-
Resistência à Compressão - 28dias	37,3 (6C.P.)	41,2 (4C.P.)
C.P. 15cm x 30cm – 28dias		
Resistência à Compressão	35,3 (3C.P.)	37,1 (4C.P.)
Módulo de Deformação Estática	33486 (5C.P.)	35947 (3C.P.)
Resistência à Tração na Compressão Diametral	2,73 (3C.P.)	3,04 (3C.P.)

4 Considerações finais

No estudo podem ser consideradas as seguintes conclusões:

- O uso do resíduo do beneficiamento do mármore e granito nas pastas e argamassas não trouxe nenhum prejuízo para as propriedades estudadas. Porém, foi de grande ajuda para conseguir uma alta habilidade de fluxo desejada em ambos materiais.
- Os resultados obtidos nos ensaios do cone de Marsh foram imprescindíveis para definir as dosagens ótimas de superplastificantes, incompatibilidade no sistema e definir as pastas e argamassas com melhores propriedades para alcançar o desempenho desejado.
- A aplicação prática mostrou que a argamassa obtida apresentou uma alta capacidade de fluidez e de preenchimento das fôrmas sem necessidade de meios de compactação e sem apresentar nenhum tipo de segregação. O concreto alcançado atendeu no geral os requisitos exigidos para concreto auto-adensável.
- Tanto a argamassa quanto os concretos obtidos apresentaram boas características para serem fortemente utilizados na fabricação de elementos pré-moldados.

Estudos que abordem os efeitos do resíduo nas propriedades de durabilidade das argamassas e dos concretos auto-adensáveis serão também realizados. Futuras investigações com outras misturas serão analisadas para confirmação do método utilizado.

5 Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11578**: Cimento Portland composto. Especificação. Rio de Janeiro, 1991.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276**: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação do teor de água para obtenção do índice de consistência-padrão. Rio de Janeiro, 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279**: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à compressão.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: Concreto. Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6156**: Máquina de ensaio de tração e compressão. Verificação. Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1983.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7222**: Argamassa e concreto. Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8522**: Concreto - Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformação e da curva tensão-deformação. Rio de Janeiro, 2003.
- GOMES, PAULO CESAR CORREIA; GETTU, RAVINDRA; AGULLÓ E JONATHAS JUDÁ LIMA TENÓRIO. **Concreto Auto-Adensável: Um aliado ao desenvolvimento sustentável do concreto**. 45º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, agosto de 2003, CD-ROM, 2003.
- GOMES, P. C. C. **Optimization and characterization of high-strength self-compacting concrete**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2002.
- KANTRO, D. L. **Influence of Water Reducing Admixtures on Properties of Cement Pastes – A miniature slump test**. Cement Concrete Aggregates, v. 2, p. 95-102, 1980.
- MALHOTRA, V.M.; BILODEAU, A. **High-volume fly ash system: the concrete solution for sustainable development**. Livro: Concrete Technology for Sustainable Development in the Twenty-First Century, Ed. P.K. Mehta, Cement Manufacturers' Association, India, 1999.
- MALHOTRA, V. M. **Sustainable development and concrete technology**. Concrete International, v. 24, n. 7, p. 22, July 2002.
- MEHTA, P. K. **Greening of the concrete industry for sustainable development**. Concrete International, p.23 – 27, July 2002.
- PETERSON, O.; BILBERG, P. **Investigation on blocking of self-compacting concrete with different maximum aggregate size and use of viscosity agent instead of filler**. In: 1ST INTERNATIONAL RILEM SYMPOSIUM ON SELF-COMPACTING CONCRETE. Stockholm Swedish, Cement and Concrete Research Institute, 1999.
- SAKATA, N., MARUYAMA, K. AND MINAMI, M.. **Basic properties and effects of welan gum on self-consolidating concrete**. Proc. International RILEM Conference on Production Methods and Workability of Concrete, P.J.M. Bartos, D.L. Marris and D.J. Cleand (editors), E & FN Spon, 1996.
- SEDRAN, T.; DE LARRARD, F.; HOURST, F. ; CONTAMINES, C. **Mix design of self-compacting concrete**. Proc. International RILEM Conference on Production Methods and Workability of Concrete, P.J.M. Bartos, D.L. Marris and D.J. Cleand (editors), E & FN Spon, 1996.

6 Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPEAL - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas. Aos funcionários do LEMA/NPT/CTEC/UFAL pelo apoio indispensável na experimentação. As empresas BRITEX, IMCREL, CIMENTOS POTY E ZEBÚ e DEGUSSA, pelo fornecimento de materiais, e a INDARC pelo empréstimo de fôrma.