

AGNESINI, M.V.C. Efeitos produzidos pela incorporação de ar sobre as propriedades dos concretos dosados com os agregados usualmente empregados na região de São Carlos. *In: Anais [...]*. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1988. p. 679-693.

EFEITOS PRODUZIDOS PELA INCORPORAÇÃO DE AR SOBRE AS PROPRIEDADES DOS CONCRETOS
DOSADOS COM OS AGREGADOS USUALMENTE EMPREGADOS NA REGIÃO DE SÃO CARLOS

Marcos Vinício Costa Agnesini
Laboratório de Ensaios de Materiais de Construção Civil
da Escola de Engenharia de São Carlos - USP

RESUMO

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Ensaios de Materiais de Construção Civil da EESC-USP, com o intuito de avaliar-se o emprego da tecnologia da incorporação de ar na dosagem de concretos produzidos com os agregados disponíveis na região.

Na região de São Carlos, o agregado grão empregado nas dosagens de concretos é o basalto britado. O fraturamento lamelar dessa rocha e a excessiva rugosidade de sua superfície, dificultam a obtenção de concretos com as propriedades requeridas. Assim, para conseguir-se uma trabalhabilidade adequada, os concretos da região devem ser bem argamassados. Com os traços apresentando baixas relações pedra/areia, tem-se um aumento da superfície específica total dos concretos, e consequentemente dosagens com elevado teor de cimento.

A presença do ar incorporado nos concretos dosados com os agregados angulosos, alongados e ásperos, resultou numa substancial melhoria da trabalhabilidade das misturas. A adição do agente incorporador propiciou uma maior mobilidade relativa dos componentes do concreto e evitou a tendência a segregação que é favorecida pela utilização do basalto britado. As bolhas de ar também impediram a retenção de bolsas d'água debaixo dos agregados lamelares, eliminando assim a formação dessa água de exsudação.

O aumento da consistência dos concretos dosados com o aditivo incorporador, possibilitou uma forte redução na água de amassamento. Para concretos com consumos normais de cimento, a redução na relação a/c foi suficiente para manter a perda da resistência à compressão dentro de limites perfeitamente aceitáveis.

Uma maior redução na água de amassamento, sem prejuízo da trabalhabilidade, pode ser obtida com o emprego do incorporador de ar em combinação com um redutor de água. Esses aditivos tem sido frequentemente empregados na região em estruturas de concreto aparente, para facilitar o lançamento e a vibração das misturas, e tornar o concreto mais impermeável.

st. 779307

SYSNO	779307
PROD	000029
ACERVO EESC	

1. INTRODUÇÃO

O emprego da tecnologia dos concretos com ar incorporado é bastante amplo devido as qualidades técnicas e econômicas do material. De acordo com os efeitos causados nas propriedades dos concretos, a introdução intencional de ar é de especial interesse em várias aplicações tais como: concretos sujeitos ao congelamento e ao degelo, concretos massa, concretos em meios agressivos, concretos leves, concretos de difícil lançamento e adensamento que exigem grande trabalhabilidade da mistura, etc.

No Brasil, a utilização do concreto com ar incorporado, na maioria das vezes, ocorre nas grandes obras, mais especificamente nos concreto massa, como barragens e estruturas portuárias, que dispõem de um pessoal qualificado e de materiais cujas características são periodicamente controladas. Entretanto, em obras de menor porte, pode-se também explorar convenientemente a técnica da incorporação de ar ao concreto.

Nas obras correntes, de volume relativamente pequeno de concreto, este é normalmente dosado com o emprego dos agregados disponíveis, isto é, aqueles fornecidos pelos produtores de pedra britada e areia da região. Entretanto, nas dosagens desses concretos, os agregados utilizados nem sempre satisfazem os requisitos de boa qualidade. Muitos agregados apresentam, por exemplo, características insatisfatórias quanto à forma geométrica, textura e graduação dos grãos. Assim sendo, para conseguir-se uma trabalhabilidade compatível com os processos de transporte, lançamento e adensamento do concreto, é necessário um substancial aumento no teor de água da mistura, uma variação na relação brita/areia ou o emprego de um aditivo adequado. O aumento da água de amassamento, sem alteração no consumo de cimento, ou seja, a utilização de uma maior relação a/c, implica num prejuízo para a resistência mecânica e durabilidade do concreto. Portanto, a falta de trabalhabilidade da mistura é solucionada com o emprego de uma maior quantidade da água de amassamento e do correspondente aumento no consumo de cimento, tal que o fator a/c permaneça com o valor fixado de acordo com a resistência de dosagem e do tipo e condições de exposição da estrutura, e também diminuindo-se a relação brita/areia tornando o concreto mais argamassado. Evidentemente essas medidas acarretam um aumento no custo de mistura do concreto.

Tendo-se em vista os inúmeros efeitos benéficos causados pelo ar incorporado sobre as propriedades da mistura fresca, desenvolveu-se o presente trabalho, no qual procurou-se uma solução alternativa através do

uso de aditivos convenientes, para dosagem dos concretos preparados com os agregados usualmente empregados na região de São Carlos.

2. OBJETIVO DO USO DE AR INCORPORADO NA DOSAGEM DOS CONCRETOS DA REGIÃO DE SÃO CARLOS.

O Laboratório de Ensaio de Materiais de Construção Civil da EESC-USP tem sido frequentemente procurado por firmas de engenharia interessadas em obter resultados de dosagens de concretos preparados com os agregados usualmente encontrados na região.

Na região de São Carlos, embora existam algumas jazidas de pedregulhos naturais, na grande maioria dos concretos é utilizado o basalto britado. O fraturamento lamelar dessa rocha e a excessiva rugosidade de sua superfície, juntamente com uma granulometria deficiente das britas numeradas, dificultam a obtenção de concretos com a qualidade requerida, quando dosados com consumos normais de cimento.

O número de angulosidade médio, determinado para amostras constituídas por partículas de tamanhos situados nas faixas de 20,0 a 14,0mm; 14,0 a 10,0mm e de 10,0 a 6,3mm, segundo o método estabelecido pela Norma BS 812: part 1, é da ordem de 12. Este número identifica perfeitamente o agregado como pertencente ao tipo anguloso britado.

A influência da quantidade de partículas lamelares do agregado graúdo, sobre a trabalhabilidade do concreto, pode ser verificada por meio da relação entre o número de angulosidade e o fator de adensamento de concretos preparados com os mesmos agregados. Segundo NEVILLE (7), para um número de angulosidade 10, o fator de adensamento é 0,8 (abatimento da ordem de 0 a 25mm); já para um número de angulosidade 3, o fator de adensamento passa para 0,86 (abatimento de 25 a 50mm).

Devido ao grande número de partículas lamelares alongadas e ásperas existentes no agregado graúdo resultante do britamento do basalto, a película de argamassa lubrificante em torno dos grãos exige uma maior espessura para vencer o atrito entre as partículas e atribuir a mobilidade adequada à mistura. Portanto, os concretos dosados com o agregado graúdo composto por pedras britadas de origem basáltica, devem ser bem argamassados, com seus traços apresentando baixas relações pedra/areia, fato esse que resulta num aumento da superfície específica total e consequentemente num maior consumo de cimento. Assim, além de pouco econômicos, esses concretos apresentam maior retração por ocasião do

endurecimento.

O objetivo fundamental do emprego do ar incorporado na dosagem dos concretos, preparados com os agregados da região de São Carlos, foi de obter-se uma substancial melhoria na trabalhabilidade dos concretos produzidos com agregados angulosos, facilitando o lançamento e o adensamento das misturas.

A incorporação de ar produz efeitos notáveis sobre o concreto recém-misturado. Inicialmente, as bolhas de ar agem como um lubrificante incomparável. Substituindo um volume equivalente dos finos da areia, as bolhas de ar atuam como pequenos "rolamentos de esferas" entre os grãos do agregado, ou seja, atuam como um agregado fino adicional com coeficiente de atrito nulo em relação aos grãos rígidos vizinhos. Essa ação fluidificante do ar incorporado resulta numa grande melhoria na trabalhabilidade do concreto, possibilitando uma redução na água de amassamento. Por outro lado, ao aderirem fortemente ao agregado fino, como se fossem grãos elásticos, as bolhas de ar proporcionam um aumento na coesão da mistura. Com a redução da água de amassamento e aumento de coesão entre as partículas, a incorporação de ar acarreta uma diminuição da tendência à segregação e dificulta a exsudação.

Outro efeito decorrente do uso do ar incorporado nos concretos preparados com agregados graúdos contendo excesso de grãos lamelares, que tendem a acumular "bolsas d'água" na face inferior, é verificado quando as bolhas impedem as passagens por onde a água poderia infiltrar-se rompendo a aderência entre a pasta e o agregado graúdo.

A verificação da reologia dos concretos frescos preparados com agregados angulosos e ar intencionalmente incorporado, foi a primeira etapa realizada de acordo com a programação prevista para a execução da pesquisa. Posteriormente verificou-se a influência do volume de ar introduzido sobre as propriedades do concreto endurecido, principalmente a variação da resistência mecânica.

3. O EMPREGO DO ADITIVO INCORPORADOR DE AR SIMPLES NA PRODUÇÃO DOS CONCRETOS DA REGIÃO DE SÃO CARLOS.

3.1 - Materiais utilizados na dosagem.

O cimento empregado foi o CP 32 Votoran, que satisfaz as condições impostas pela NBR 7332 e determinadas através da NBR 7215. As resistências

5432

à compressão da argamassa normal foram: 3 dias = 10,6 MPa; 7 dias = 21,3MPa; 28 dias = 36,7 MPa.

Como agregado miúdo utilizou-se a areia natural quartzosa proveniente do rio Mogi Guaçu, com características adequadas de acordo com as estabelecidas pela NBR 7211. Esse agregado é classificado, segundo sua composição granulométrica, como sendo uma areia média (curva granulométrica compreendida dentro dos limites estabelecidos para a zona 3), apresentando dimensão máxima característica de 2,4mm e módulo de finura 2,31.

O agregado grão empregado, de origem basáltica, foi composto por 50% de pedra britada no. 1 e 50% de pedra britada no. 2. A composição granulométrica desse agregado resultou numa dimensão máxima característica de 25mm e módulo de finura 6,4. Com excessão da forma dos grãos, as demais características do agregado grão preencheram as condições impostas pela NBR 7211.

O agente incorporador de ar simples utilizado foi o produto Sika AER, sob a forma de líquido escuro concentrado, de densidade 1, fabricado pela Sika S.A. Produtos Químicos para Construção.

Entre os diversos fatores que influenciam o conteúdo de ar incorporado ao concreto, destacam-se a quantidade e a granulometria da areia. Fixada a quantidade de aditivo por unidade de volume, o teor de ar incorporado aumenta para misturas dosadas com maiores quantidades de areia. A areia natural quartzosa proveniente do rio Mogi Guaçu é de qualidade plenamente satisfatória para a produção de concretos com ar incorporado. A sua composição granulométrica indica que a maioria dos seus grãos ficam retidos nas peneiras de aberturas 0,6mm (31%) e 0,3mm (34%). É fato comprovado através de pesquisas realizadas por vários tecnólogos, entre os quais destaca-se o trabalho desenvolvido por VENUAT (11), ser a quantidade de areia com grãos compreendidos de 0,3 a 1,0mm o fator fundamental para a retenção das bolhas de ar na mistura.

3.2 - Dosagem dos concretos

Para a dosagem dos concretos utilizou-se o método do A.C.I.(4), que fornece indicações sobre as percentagens médias recomendadas de ar incorporado.

Inicialmente o procedimento adotado foi o de executar-se ensaios com o intuito de se obter a dosagem do aditivo incorporador, para a introdução de 3 a 5% de ar ao concreto. Os ensaios realizados indicaram que um teor de 5% de ar incorporado, aumentou, em média, de 35mm o abatimento dos concretos

sem o agente tensoativo. Entretanto, mantida a mesma trabalhabilidade inicial dos concretos de referência sem aditivo, a incorporação de ar às misturas possibilitou uma redução na água de amassamento, em até 2,4% para cada 1% de ar introduzido.

Assim, fixado o abatimento inicial, a introdução de ar possibilitou a redução da relação a/c dos concretos. Por outro lado, a diminuição da areia em certa quantidade, contribuiu em parte para uma maior redução da água de amassamento. Com esse procedimento, praticamente, restabeleceu-se a dosagem de cimento, diminuída em consequência da incorporação de ar ao concreto. Portanto, a perda de resistência que resultaria de uma redução apenas parcial da água de amassamento, devido ao efeito lubrificante das bolhas de ar, pode ser mantida dentro de limites aceitáveis, com a outra diminuição de água possibilitada pela concomitante redução do consumo de areia.

Os traços dos concretos foram determinados considerando-se as seguintes características para a dosagem: dimensão máxima característica do agregado grão = 25mm; massa unitária, compactada a seco, do agregado grão = 1,61kg/dm³; massa específica do agregado grão = 2,86kg/dm³(basalto); módulo de finura da areia = 2,31; massa específica da areia = 2,62kg/dm³; massa específica do cimento = 3,10 kg/dm³. A consistência fixada para os concretos, através da medida pelo abatimento do tronco de cone (NBR 7223) foi de 50 a 75mm.

Para os concretos de referência, sem ar intencionalmente incorporado, foram determinados os seguintes traços em massa: 1:1,64:2,71:0,44 - 1:2,15:3,27:0,53 - 1:2,65:3,82:0,62 e 1:3,16:4,38:0,71, com consumos de cimento, respectivamente, de 422, 350, 299 e 261kg/m³.

Os traços em massa determinados para concretos com ar intencionalmente incorporado (teor médio de 5%) e seus respectivos consumos de cimento, foram: 1:1,95:3,13:0,44 (365 kg/m³); 1:2,52:3,77:0,53 (303 kg/m³); 1:3,10:4,41:0,62 (259kg/m³) e 1:3,67:5,10:0,71 (226 kg/m³).

3.3 - Produção dos concretos

A dosagem do aditivo incorporador de ar foi determinada experimentalmente. O fabricante do agente incorporador empregado indica o consumo de 0,04% do peso do cimento (20g/saco) para uma introdução de 3 a 5% sobre o volume de concreto. Em certos casos, particularmente para traços mais ricos, a dosagem recomendada é de até 0,10% (50g/saco). Considerando-se, portanto, a influência do teor de cimento na quantidade prevista de ar incorporado aos concretos, utilizou-se uma dosagem diferenciada. Para o

traço mais pobre adicionou-se 20g/saco e para o mais rico colocou-se 50g/saco; nos demais traços a dosagem do aditivo foi de 30g/saco. O agente incorporador, fornecido sob a forma líquida, foi adicionado manualmente à água de amassamento dos concretos.

Os materiais foram dosados em massa e as misturas executadas em betoneira reversível com capacidade de 320 litros. O tempo de mistura foi em média de 2m30s.

A temperatura ambiente por ocasião do amassamento dos concretos foi de 28° C, relativamente elevada em relação à média local de 22° C.

Imediatamente após o amassamento dos concretos verificou-se os abatimentos dos troncos de cone através da NBR 7223 e mediu-se os teores de ar incorporado às misturas segundo o método volumétrico ou de pressão, proposto pela CE 18:3.10 da ABNT. O valor médio obtido foi de 5,6%, ligeiramente superior ao previsto.

Os corpos de prova cilíndricos, destinados ao ensaio de resistência à compressão, foram moldados logo após as verificações do abatimento e do teor de ar introduzido. Foram moldados 5 corpos de prova para cada traço, tanto para concretos sem aditivo incorporador, como para concretos com ar intencionalmente incorporado. Os corpos de prova foram moldados seguindo-se a NBR 5738, usando-se o processo de adensamento manual. A cura dos corpos de prova deu-se em câmara úmida com neblina artificial apresentando umidade relativa de 96% e temperatura de 22° C.

3.4 - Propriedades dos concretos.

Os concretos preparados com ar incorporado foram dosados com uma redução da ordem de 13,5% na água de amassamento, em relação aos concretos sem ar intencionalmente introduzido. Portanto o aumento da consistência dos concretos com ar incorporado, com dimensão máxima de 25mm, possibilitou uma redução na água de 2,4% para cada 1% de ar introduzido às misturas.

A presença do ar incorporado nos concretos dosados com o basalto britado, melhorou sensivelmente a trabalhabilidade das misturas. Com a redução do fator a/c sem prejudicar-se a consistência, garantiu-se uma maior mobilidade relativa entre os componentes do concreto e evitou-se a tendência à segregação que é favorecida pela utilização de agregados angulosos, alongados e ásperos. Nos concretos com ar incorporado constatou-se uma redução na velocidade e teor de água exsudada, especialmente nas misturas mais pobres. As bolhas de ar também impediram a retenção de bolsas d'água debaixo dos agregados lamelares, eliminando assim a formação dessa água de

exsudação.

As fotos indicados nas figuras 1 e 2 ilustram o aspecto das misturas frescas dos concretos preparados com os agregados normalmente empregados na região de São Carlos, dosados sem e com aditivo incorporador.



Fig. 1: Concreto sem ar intencionalmente incorporado. Traço em massa 1:2,65:3,82:0,62. (C = 299 kg/m³). Nota-se a falta de coesão da mistura; os grãos maiores se separam.

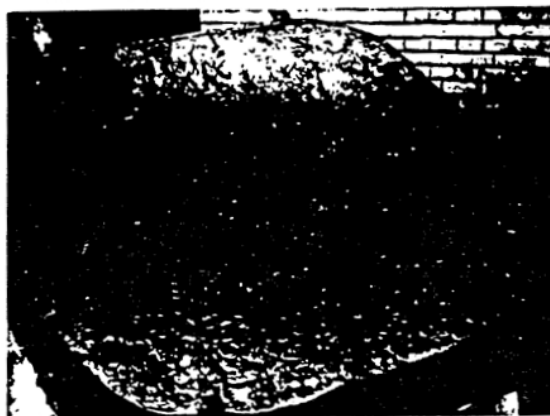


Fig. 2: Concreto com ar intencionalmente incorporado. Traço em massa 1:3,10:4,41:0,62 (C = 259 Kg/m³). Nota-se a mistura altamente coesa, sem apresentar exsudação.

Sem considerar-se a variação da resistência, isto é, para concretos dosados com a mesma relação a/c, a utilização do aditivo é altamente vantajosa, visto que os concretos com ar incorporado foram preparados com teores bem inferiores de cimento e apresentaram uma grande melhoria nas propriedades das misturas frescas.

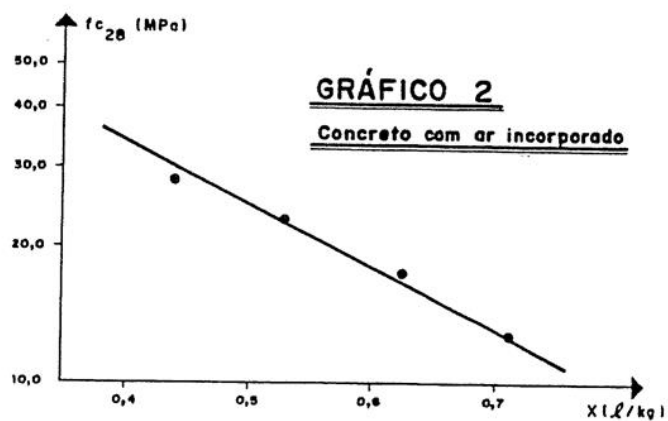
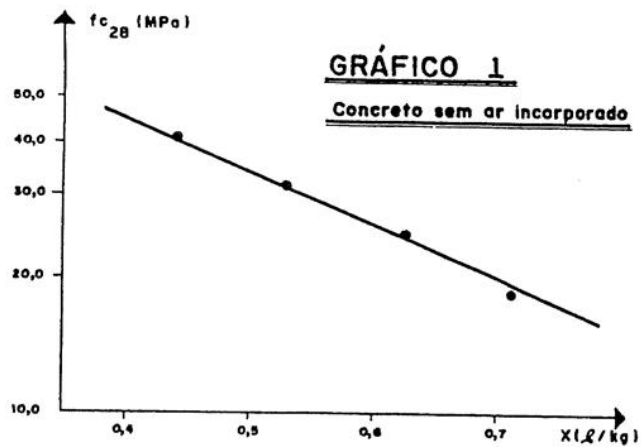
Os valores médios das resistências à compressão aos 28 dias, determinados através da NBR 5739 em 5 corpos de prova cilíndricos, moldados para cada um dos traços utilizados no preparo dos concretos com ar incorporado e sem ar incorporado, permitiram o traçado da função $f_{c28} = f(x)$ específica para os materiais em estudo, conforme indicado nos gráficos 1 e 2.

Considerando-se dosagens com o mesmo consumo de cimento, verifica-se que a redução de 13,5% conseguida na água de amassamento dos concretos preparados com o aditivo incorporador possibilitou uma sensível diminuição na perda da resistência devido à introdução de ar às misturas. Na tabela 1 são indicadas as resistências à compressão dos concretos dosados sem e com o aditivo incorporador, para misturas com o mesmo teor de cimento ($275 \leq C \leq 400 \text{ kg/m}^3$) e mesmo abatimento.

Concreto C (Kg/m ³)	sem ar incorporado			com ar incorporado		
	V.água (l/m ³)	x (l/kg)	f _{c 28} (MPa)	V.água (l/m ³)	x (l/kg)	f _{c 28} (MPa)
275	185,5	0,67	22,0	160,5	0,58	20,0
300	185,5	0,62	25,0	160,5	0,53	22,6
325	185,5	0,57	28,0	160,5	0,49	25,5
350	185,5	0,53	31,0	160,5	0,46	28,0
375	185,5	0,50	33,5	160,5	0,43	30,5
400	185,5	0,46	38,0	160,5	0,40	34,0

TABELA 1. Resistências à compressão aos 28 dias dos concretos preparados com CP-32 e agregados da região de São Carlos.

RESISTÊNCIAS À COMPRESSÃO AOS 28 DIAS PARA
CONCRETOS DOSADOS COM CP. 32 - AGREGADOS DA
REGIÃO DE SÃO CARLOS



Observando-se os valores contidos na tabela 1, verifica-se que, para o mesmo consumo de cimento, a perda média de resistência aos 28 dias dos concretos com ar incorporado foi de aproximadamente 10%. Portanto, para os concretos dosados com o aditivo incorporador, as perdas de resistência foram mantidas dentro de limites perfeitamente aceitáveis, visto que, sem prejuízo para a trabalhabilidade, a relação a/c foi reduzida em média de 14%.

A redução na água de amassamento é de grande importância quanto ao volume da rede capilar e consequentemente sobre a permeabilidade do concreto. Segundo AMMANN (3), a redução de 14% na água de amassamento de um concreto dosado com 300 kg de cimento por m³, proporciona uma diminuição da ordem de 20% no volume de capilares. Por outro lado, as bolhas de ar contidas no concreto endurecido melhoram a estanqueidade do material ao "cortarem" praticamente os capilares cujos diâmetros são da ordem de microns, e, portanto, sensivelmente menores que as bolhas. Assim sendo, a incorporação de ar também aumenta a durabilidade do concreto, tornando-o mais resistente à ação de agentes agressivos.

3.5 - Considerações do ponto de vista econômico sobre a utilização de concretos com ar incorporado.

Além das inúmeras vantagens técnicas, o emprego do aditivo incorporador de ar pode eventualmente propiciar aos concretos dosados com os agregados da região de São Carlos um menor custo de preparo. Esta possibilidade depende das condições de exposição e do tipo de estrutura, ou seja, quando na dosagem a fixação do fator a/c é feita não em função da resistência desejada mas sim de acordo com o valor máximo especificado tendo-se em vista a durabilidade do concreto. Neste caso, a incorporação de ar proporciona, além da diminuição na quantidade do agregado miúdo, uma razoável redução no consumo de cimento. Esta vantagem econômica não é contrabalançada pelo custo do agente incorporador o qual é relativamente barato e adicionado em pequenos teores ao concreto.

Por outro lado, deve-se considerar que os concretos com ar incorporado necessitam de mão de obra mais qualificada, especial atenção na sua produção e controle tecnológico adequado. Além de todos os ensaios normalmente executados para avaliar-se sistematicamente a qualidade dos componentes do concreto, deve-se controlar periodicamente as características do agente incorporador e o conteúdo de ar introduzido. Todos esses cuidados exigidos quando da produção dos concretos com ar incorporado resultam num acréscimo do custo operacional que, dependendo das condições específicas de cada

obra, poderá ou não, ser compensado pela economia conseguida no preparo do concreto.

4. O EMPREGO CONJUNTO DE ADITIVOS INCORPORADORES DE AR E REDUTORES DE ÁGUA NA PRODUÇÃO DE CONCRETOS DA REGIÃO DE SÃO CARLOS.

Para concretos com ar incorporado dosados com teores de cimento superiores a 250 kg/m³, verificou-se que a introdução de bolhas de ar resultou numa certa perda de resistência do concreto (item 3.4). Com o objetivo de melhorar, sob esse aspecto, os concretos com ar incorporado, utilizou-se um agente tensoativo em combinação com um redutor de água.

Quando são empregados aditivos combinados, que proporcionam simultaneamente a incorporação de ar e uma dispersão das partículas de cimento, a redução na água de amassamento é substancialmente maior, em relação àquela obtida caso o efeito redutor fosse proporcionado somente pela ação do agente incorporador. Assim sendo, com a maior redução de água conseguida pelo emprego conjunto do incorporador e do redutor, as quedas das resistências mecânicas que resultariam em consequência da introdução de ar podem ser evitadas nos concretos com dosagens mais ricas de cimento.

O emprego do incorporador de ar em combinação com o redutor de água, é particularmente interessante para concreto aparente estrutural dosado com agregados angulosos. Nessa aplicação, a ação conjunta desses aditivos, além do objetivo de se obter uma máxima resistência mecânica, propicia uma grande melhoria na trabalhabilidade do concreto.

A tecnologia de execução do concreto aparente recomenda que o lançamento nas formas deve manter a mistura a mais coesa possível, depositando-a sem desagregação na sua posição final. Nos concretos aparentes dosados com agregados angulosos, a ação combinada do incorporador de ar e do redutor, além de possibilitar o abatimento adequado com um menor teor de água, aumenta sobremaneira a coesão da mistura, facilitando o lançamento do concreto. As bolhas de ar introduzidas também facilitam a vibração, exigindo a aplicação de uma menor energia de adensamento. Essa menor intensidade de vibração, sem prejuízo da compactação do concreto, evita o extravasamento da nata de cimento através das frestas das formas. O vazamento do concreto devido ao excesso de vibração e as formas mal calafetadas é altamente prejudicial para a obtenção da estética e propriedades requeridas pelo concreto aparente endurecido.

Por outro lado, a grande redução conseguida na água de amassamento, pelo emprego do aditivo incorporador de ar em combinação com um redutor de

água, aliada ao efeito proporcionado pelas bolhas de ar contidas no concreto endurecido, tornam o material altamente impermeável e resistente aos agentes agressivos. Essa proteção é especialmente importante nos concretos aparentes, pois aumenta a durabilidade das obras sem a necessidade do emprego de produtos aplicados superficialmente tais como hidrofugantes, vernizes e filmes impermeáveis.

O Laboratório de Ensaios de Materiais de Construção Civil da EESC-USP tem realizado dosagens e controle tecnológico de concretos preparados com aditivos incorporadores de ar e redutores de água. A foto da figura 3 ilustra uma estrutura de concreto aparente, existente no município de São Carlos, na qual empregou-se a tecnologia de ar incorporado.

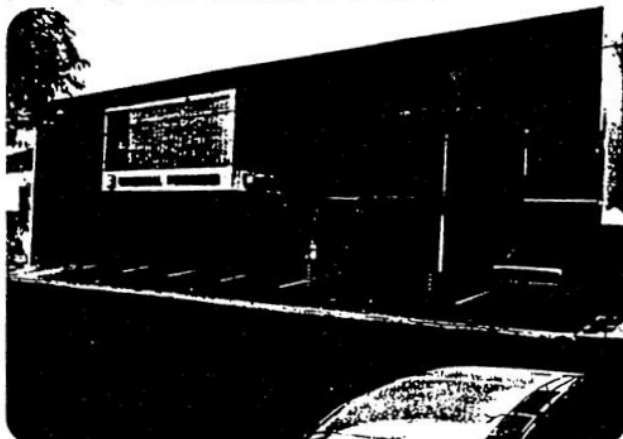


Figura 3 - Estrutura em concreto aparente com ar incorporado.

Loja matriz da firma Comercial Fernandes Ltda,
São Carlos - SP; Projeto: Décio Tozzi;
Construção: Comercial Fernandes Ltda.

O concreto da estrutura da figura 3 apresenta as seguintes características: $f_{ck} = 18\text{MPa}$; abatimento = 80mm; dimensão máxima característica = 25mm; cimento = CP-32 Itaú ($C=360\text{kg/m}^3$); agregado graúdo = pedra britada de origem basáltica; agregado miúdo = areia natural quartzosa. Os aditivos utilizados foram: incorporador de ar - SIKA AER (dosagem=20g/saco de cimento); redutor de água - retardador: PLASTIMENT VZ (dosagem=100g/saco de cimento). As resistências médias à compressão, obtidas pelo Laboratório de Ensaios de Materiais de Construção Civil da EESC-USP, foram: aos 7 dias = 22,4 MPa; aos 28 dias=30,8 MPa.

5. BIBLIOGRAFIA

- 1- AGNESINI, M.V.C. Contribuição para fixação dos traços dos concretos preparados com os agregados da região de São Carlos. São Carlos, EESC-USP, 1972. 83p.
- 2- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Admixtures for concrete. Detroit, 1967.
- 3- AMMANN, A. O concreto com ar incorporado. Rio de Janeiro, Sika, s.d.
- 4- BASÍLIO, F. de A. Dosagem dos concretos pelo método do A.C.I.-aplicação e comentários. São Paulo, ABCP, 1980 (ET-26).
- 5- BAUER, L.A.F., coord. Materiais de construção. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1979, 529p.
- 6- BAUMGART, C. Aditivos para concretos e argamassas. São Paulo, Otto Baumgart, 1977.
- 7- NEVILLE, A.M. Propriedades do concreto. Trad. de Salvador Eugênio Giammusso. São Paulo, Pini, 1982. 738p.
- 8- SOARES, M.F. Ar incorporado em concreto massa. Rio de Janeiro, Sika, s.d.
- 9- SOBRAL, H.S. Propriedades do concreto fresco. São Paulo, ABCP, 1980 (ET-26).
- 10- TECNOLOGIA DE ADITIVOS. São Paulo, IPT, 1983, 2v.
- 11- VENUAT, M. Aditivos y tratamientos de morteros y hormigones. Barcelona, ETA, 1972.

USO DE ADITIVOS EM CONCRETO DOSADO EM CENTRAL

AUTORES: COMISSÃO TÉCNICA DA ABESC*

ALBERTO CALEGARI NUNES	-	CONCREMIX S.A.
ESDRAS POTY DE FRANÇA	-	CENTRALBETON LTDA.
FRANCISCO A. M. BECKER	-	CONCREX LTDA.
JORGE HISOSHI AOKI	-	USIMIX LTDA.
JOSÉ NILTON ZARA	-	CIMIX LTDA.
LUIZ ALFREDO FALCÃO BAUER	-	CONSULTOR TÉCNICO ABESC
PAULO BINA	-	CONCRELIX S.A.
SALVADOR EUGÊNIO GIAMUSSO	-	CONSULTOR TÉCNICO ABESC
TEREZINHO V. SOUZA JR.	-	CONCREMIX S.A.

SUMÁRIO

Neste trabalho são feitas considerações sobre como o uso de determinados aditivos pode melhorar o desempenho e ampliar o campo de aplicação do concreto dosado em central.

*Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem.