

UTILIZAÇÃO DE ADITIVOS NO CONCRETO ARMADO

Sheyla MARQUES (1); Marcus DINIZ (2); Valtencir GOMES (3)

(1)CEFET - Mossoró, Rua Manoel Ferreira Gomes ,479, Centro – São Gonçalo do Amarante/Rn, 8843-1321, 3315-2758, e-mail: sheylacivil@cefetrn.br

(2) CEFET/RN, e-mail: marcusalexandrediniz@hotmail.com

(3)CEFET/RN, e-mail: luciogomes@hotmail.com

RESUMO

O concreto, quanto a sua constituição, pode ser considerado de diversas maneiras, conforme o objetivo da análise. Assim, pode-se dizer que o cimento, a água, o agregado miúdo, o agregado graúdo e o ar incorporado são os seus componentes, quando se deseja evidenciar a influência de cada material sobre suas propriedades. Como o concreto é fraco a tração, geralmente, não é destinado a trabalhar submetido a tais esforços. Todavia, em elementos estruturais como: vigas e lajes, quase sempre se produzem esforços de tração, como conseqüências de certas condições de carregamento ou de retrações produzidas por mudanças de umidade e temperatura, sendo assim útil o conhecimento da resistência à tração do concreto. Os aditivos são largamente empregados na confecção de concretos, argamassas e caldas de cimento, podendo ser considerados como o quarto componente do concreto. Mas é preciso ter sempre em mente que os aditivos não podem simplesmente transformar um concreto mal dosado e manuseado num concreto bom. Eles sim, aprimoram certas características positivas do produto acabado, adequando-o às exigências da obra e do projeto, melhorando a sua qualidade.

O uso dos aditivos deve ser criterioso, sendo importante um estudo prévio para cada traço e em cada situação. Isto porque os comportamentos variam de acordo com a natureza e a dosagem do cimento e dos inertes, bem como dependem da temperatura ambiente e do processo executivo.

O presente trabalho tem por objetivo principal, estudar a influência da utilização de aditivo nas propriedades mecânicas do concreto.

Foram produzidos corpos de prova de concreto com e sem aditivo, em seguida as amostras foram submetidas a caracterizações mecânicas de resistência à tração, compressão e cisalhamento. Os resultados obtidos demonstraram uma melhoria nos valores das propriedades para corpos de provas aditivados.

Palavras-chave: concreto, aditivo, resistência

1. INTRODUÇÃO

O concreto, quanto a sua constituição, pode ser considerado de diversas maneiras, conforme o objetivo da análise. Assim, pode-se dizer que o cimento, a água, o agregado miúdo, o agregado graúdo e o ar incorporado são os seus componentes, quando se deseja evidenciar a influência de cada material sobre suas propriedades. Outra maneira é considerá-lo composto da argamassa e do agregado graúdo, sendo o ar incorporado, distribuído entre os dois componentes, quando se pretende estabelecer correlações entre as propriedades da argamassa e as do concreto de que faz parte. Desde os primórdios das pesquisas sobre concreto, os tecnólogos perseguem esse objetivo. Por último, talvez o mais importante dos aspectos, o de considerá-lo constituído de pasta e agregado. Geralmente a pasta constitui 25 a 40% do volume total do concreto.

Os agregados por sua vez representam de 60 a 80% do volume do concreto e assumem, dessa forma, grande importância no comportamento do concreto endurecido e armado. Suas partículas devem possuir resistência adequada às ações e as resultantes do intemperismo. Atenção especial deve ser dada às substâncias estranhas, cuja presença venha a ter consequências funestas para o concreto.

Num concreto bem preparado, cada partícula de agregado deve ser completamente envolvida com pasta e com pasta devem ser preenchidos os vazios situados entre as partículas.

Como se sabe a qualidade do concreto depende fundamentalmente da qualidade da pasta que, por sua vez, depende da relação água/cimento, do tipo do cimento utilizado na mistura e da execução da cura. As reações de hidratação, responsáveis pelo endurecimento do concreto, exigem tempo e condições favoráveis de umidade e temperatura. Elas se realizam rapidamente a princípio e, depois, cada vez mais lentamente, sempre sobre condições favoráveis.

Como o concreto é fraco a tração, geralmente, não é destinada a trabalhar submetido a esforços desse tipo. No entanto, em elementos estruturais, tais como vigas e lajes, quase sempre se produzem esforços de tração, como consequências de certas condições de carregamento ou de retrações produzidas por mudanças de umidade e temperatura ou simplesmente autógenas. Nesses casos é útil o conhecimento da resistência à tração do concreto porque o fissuramento é atribuído a este tipo de esforço.

Hoje os aditivos são largamente empregados na confecção de concretos, argamassas e caldas de cimento. Podem mesmo ser considerado como o quarto componente do concreto, além da água, do cimento e dos agregados.

Em países altamente desenvolvidos como os Estados Unidos, Japão e a Alemanha, quase 80% do concreto é aditivado, visando maior qualidade, economia e racionalização da produção. Esta grande aceitação faz com que os aditivos sejam pesquisados e aperfeiçoados constantemente.

Mas é preciso ter sempre em mente que os aditivos não podem simplesmente transformar um concreto mal dosado e manuseado num concreto bom. Eles sim, aprimoram certas características positivas do produto acabado, adequando-o às exigências da obra e do projeto. Faz mesmo de um concreto bom, um concreto melhor.

O uso dos aditivos deve ser criterioso, se recomendado sempre fazer um estudo prévio para cada traço e em cada situação. Isto porque os comportamentos variam de acordo com a natureza e a dosagem do cimento e dos inertes, bem como dependem da temperatura ambiente e do processo executivo.

É necessário que os engenheiros e tecnólogos conheçam bem as características dos produtos existentes, desempenho, modo de usar, assim como as contra-indicações. Assim pode-se tirar o máximo de proveito dos grandes benefícios proporcionados pelos aditivos.

2. CONCRETO ARMADO

Por concreto armado, entende-se o concreto com barras de aço nele imersas – o concreto é considerado “armado” com uma armadura de aço. O concreto armado é, pois, um material de construção composto, no qual a ligação entre o concreto e a armadura de aço é devida à aderência do cimento e a efeitos de natureza mecânica. Os dois materiais apresentam coeficientes de dilatação térmica bem próximos, dentro da faixa usual de temperatura atmosférica.

O conjunto apresenta grande durabilidade. O concreto forma uma camada de proteção em volta das peças de armadura, impedindo a oxidação.

As barras de armadura devem absorver os esforços de tração, que surgem nas peças submetidas à flexão ou à tração, já que o concreto possui alta resistência à compressão, porém pequena resistência à tração.

Tendo em vista que o concreto tracionado não pode acompanhar as grandes deformações do aço, o concreto fissa-se na zona de tração; os esforços de tração devem, então, ser absorvidos apenas pelo aço. Uma viga de concreto simples romperia bruscamente após a primeira fissura, uma vez atingida a baixa resistência à tração do concreto, sem que fosse aproveitada a sua alta resistência à compressão. A armadura deve portanto ser colocada na zona de tração das peças estruturais e, sempre que possível, na direção dos esforços internos de tração. A alta resistência à compressão do concreto pode, desta maneira, ser aproveitada na flexão, em vigas e lajes.

Em peças submetidas apenas à compressão, as armaduras podem aumentar a capacidade de carga à compressão.

“A expressão “concreto armado” foi introduzida em 1920, em vez de concreto de ferro”, porque o material empregado é o aço e não o ferro.

O aparecimento de fissuras no concreto foi considerado durante muito tempo como prejudicial, retardando a utilização do concreto armado. Hoje em dia, sabe-se que as fissuras são apenas capilares, quando as barras de aço escolhidas forem bem distribuídas e de diâmetro não muito grande. Em condições normais, não há nenhum perigo de corrosão para a armadura, desde que as fissuras sejam suficientemente pequenas. Devido à fissuração, M. Koenen propôs, já no ano de 1907, tensionar as barras de aço e, onseqüentemente, provocar tensões de compressão suficientemente elevadas no concreto, de modo a evitar a fissuração no caso de flexão.

Um concreto armado com armaduras previamente tensionadas é denominado hoje em dia concreto protendido. As tentativas primitivas falharam, porque não se sabia ainda que o concreto, com o tempo, encurta-se pela retração e pela deformação lenta. Assim, perdia-se a protensão realizada em aço comum. Somente em 1928, E. Freyssinet desenvolveu um processo com o emprego de aços de alta resistência, mediante o qual se poderia provocar tensões de compressão suficientemente elevadas e permanentes.

O concreto armado é empregado em todos os tipos de construção e suas principais vantagens são as seguintes:

É facilmente moldável: o concreto fresco adapta-se a qualquer tipo de forma; as armaduras de aço podem ser colocadas de acordo com o fluxo dos esforços internos;

É resistente ao fogo, às influências atmosféricas e ao desgaste mecânico;

É próprio para estruturas monolíticas (sem juntas), que, por serem muitas vezes hiperestáticas, apresentam uma elevada reserva de capacidade resistente e segurança;

É econômico (matéria prima barata, como areia e brita), dispensando, via de regra, qualquer manutenção ou conservação.

Como desvantagens podem ser citadas:

Grande peso próprio das construções (adota-se, caso não seja feita nenhuma outra consideração, um peso específico para o concreto armado $\gamma_c = 2,5 \text{ tf/m}^3$)

Menor proteção térmica; as reformas e demolições são trabalhosas e caras.

O concreto é um aglomerado constituído de agregados e cimento como aglutinante; é portanto uma rocha artificial. A fabricação do concreto é feita pela mistura dos agregados (areia e cascalho) com cimento e água, à qual, conforme a necessidade, são acrescentados aditivos, que influenciam as características físicas e químicas do concreto fresco ou endurecido. O concreto fresco é moldado em formas e adensado com vibradores. O endurecimento do concreto começa após poucas horas e, de acordo com o tipo de cimento, atinge aos 28 dias cerca de 60 a 90% de sua resistência. O concreto pode ser fabricado no local ou ser pré-misturado.

Cimento

O cimento é obtido aquecendo-se calcário e argila até a sinterização (clínquer de cimento). Depois mói-se a mistura até obter-se um produto de textura fina. Os cimentos, como aglomerantes hidráulicos, determinam, antes de mais nada, as características do concreto.

Agregados

Como agregados podem ser utilizados materiais naturais e artificiais, que apresentem resistência suficiente e que não afetem o endurecimento do concreto. Os agregados devem por isso ser isentos de impurezas (terra, argila, onse) e de componentes prejudiciais (no máximo 0,02% de cloretos e 1% de sulfatos). O açúcar é especialmente perigoso, porque impede a pega do cimento.

A forma dos grãos e a conformação superficial influenciam muito a trabalhabilidade e as propriedades de aderência do concreto: agregados redondos e lisos facilitam a mistura e o adensamento do concreto; agregados com superfícies ásperas aumentam a resistência à tração.

Utilizam-se predominantemente agregados naturais: areia e cascalho de rio, pedra ou cascalho britado e areia de britagem, obtidos de pedreiras. Estes agregados dão origem ao concreto normal. Como agregados artificiais citam-se a escória de alto-forno para concreto leve e normal; argila expandida ou sinterizada para concreto leve.

Os agregados devem ser proporcionados de tal forma que a curva granulométrica esteja situada em uma faixa favorável. No entanto, o que importa em relação à trabalhabilidade é especialmente a faixa de 0 a 4 mm, a denominada “argamassa”. Como quanto menor for a quantidade de argamassa menores serão a retração e a deformação lenta do concreto, a quantidade de argamassa, ou seja, a granulometria de 0 a 4mm, não deve ultrapassar 35%.

Quase todas as águas naturais são apropriadas para amassamento. É necessário precaução quanto às águas de pântano e as de rejeito industrial. A água do mar é inadequada para estruturas de concreto armado e protendido devido à corrosão provocada pelo teor de sal.

O teor de água do concreto fresco é dado pelo fator água-cimento, isto é, pela relação em peso água-cimento. Esta relação varia geralmente entre 0,3 e 0,6. Quanto menor for o teor de água, maior é a resistência do concreto e menor é a trabalhabilidade.

Proporção entre os componentes no concreto:

Geralmente, a proporção dos materiais é dada pelo traço, que fornece a relação entre seus volumes. Um traço, por exemplo de 1:2:3 significa 1 volume (geralmente uma lata) de cimento, 2 de areia e 3 de pedra. A medida (informal, porém generalizada) lata de obra tem aproximadamente 18 litros. Um saco de cimento pesa 50 kg e tem um volume de aproximadamente 36 l, ou 2 latas

Características mecânicas do concreto:

Como já foi citado, o concreto apresenta grande resistência a compressão. Para medir esta resistência, existem ensaios padronizados, para os quais são preparados corpos de prova cilíndricos com 15 cm de diâmetro e 30 cm de altura.

São exercidos esforços de compressão de curta duração na direção da altura do corpo de prova. A tensão de ruptura obtida depende da idade do concreto.

f_{cj} é a resistência à compressão de um concreto aos j dias, isto é, com j dias de idade.

Ensaio efetuados em vários corpos de prova com origem no mesmo concreto apresentam resultados distintos para a resistência à compressão. Esta variação se explica pelo fato de que o material não é homogêneo. A dispersão observada para os valores medidos depende da qualidade de preparação e do controle tecnológico.

Colocando-se uma série de valores de resistências de corpos de prova do mesmo concreto em um gráfico de distribuição, com as tensões medidas no eixo horizontal e as frequências de ocorrência de um dado valor (ou intervalo de valor) no eixo horizontal, obtém-se uma curva de distribuição normal. A área entre a curva e o eixo horizontal é igual a 1. Um valor qualquer da resistência divide esta área nas probabilidades de ocorrência de valores menores e maiores do que este valor. O valor de resistência que tenha 95% de probabilidade de ser ultrapassado denomina-se resistência característica à compressão do concreto, f_{ck} .

Armadura

A armadura é composta de barras de aço, também chamadas de ferro de construção ou vergalhões. Eles têm a propriedade de se integrar ao concreto e de apresentar elevada resistência à tração. Por isso, são colocados nas partes da peça de concreto que vão sofrer esse esforço. Por exemplo, numa viga apoiada nas extremidades, a parte de cima sofre compressão e a de baixo, tração. Nesse caso, os vergalhões devem ficar na parte debaixo das vigas.

Os vergalhões que compõem a armadura são amarrados uns aos outros com arame recozido.

Existem também armaduras pré-fabricadas, que vêm com os vergalhões unidos entre si.

ADITIVOS

Os romanos já empregavam em suas obras certas substâncias que hoje chamaríamos de aditivos (sangue e clara de ovos) e álcalis (cal).

Também no Brasil, observa-se nas cidades históricas, igrejas e pontes e ainda em bom estado de conservação onde foi usado óleo de baleia na argamassa de assentamento das pedras com o intuito de plastificá-las. Mas, o desenvolvimento dos aditivos foi efetivo a partir da descoberta do cimento Portland.

Em 1824, o inglês Joseph Aspolin patenteou um cimento artificial o artificial obtido pela calcinação de um calcário argiloso que devido a sua semelhança, após a pega, com uma pedra utilizada para construções, existente na Ilha Portland. Em 1873 o produto começou a ser aditivado com gesso cru e cloreto de cálcio, visando regular o seu tempo de pega. No fim do século, na Alemanha e França, misturava-se a graxa de cal ao cimento, que atuava como plastificante e hidrofugante.

Depois de pesquisas feitas com uma grande variedade de materiais chegou-se a certos aditivos, tais como impermeabilizantes, aceleradores e retardadores, os quais começaram a ser comercializados em 1910.

Desde então a tecnologia dos aditivos tem se desenvolvido, acompanhando o ritmo crescente do setor da Construção Civil e permitindo soluções inovadora, práticas e econômicas.

3.2 TIPOS DE ADITIVOS

Os principais aditivos encontrados no mercado e os mais utilizados podem ser classificados como: plastificantes, aceleradores de pega, retardadores de pega, incorporadores de ar, impermeabilizantes, desmoldantes e de cura.

Aditivos Plastificantes

Os aditivos plastificantes – ou redutores de água – podem ser definidos como aqueles que, quando adicionados ao concreto, aumentam a trabalhabilidade do concreto para igual relação água/cimento ou permitem reduzir esta relação para a mesma trabalhabilidade.

Esses aditivos agem preponderantemente no cimento e finos do concreto, não sendo recomendados para concretos muito magros. De maneira geral, os aditivos plastificantes agem dissolvendo os aglomerados de cimento e dispersando suas partículas, fazendo com que mais partículas sejam envoltas pela água de amassamento.

Os aditivos plastificantes podem ser classificados como normal, retardador e acelerador.

O aditivo plastificante normal é aquele que, para mesmo fator, aumenta a trabalhabilidade do concreto sem afetar o tempo de pega nem a resistência mecânica do concreto.

Já o aditivo plastificante retardador ou acelerador difere do normal justamente por interferir no tempo de pega e, conseqüentemente, nas resistências mecânicas nas primeiras idades obedecendo à mesma relação.

Aditivos Superfluidificantes

Os aditivos superfluidificantes agem como plastificantes, porém sua ação nos concretos é muito mais enérgica.

Para atingir a mesma consistência, os plastificantes reduzem em cerca de 5% a quantidade de água do concreto enquanto os superfluidificantes chegam a reduzir até 25%. Caso se mantenha a mesma relação água/materiais secos, os aditivos superfluidificantes podem transformar um concreto seco, com abatimento em torno de 10mm, em um concreto fluido, com abatimento superior a 200mm.

No processo de moagem do clíquer, as partículas de cimento são carregadas eletrostaticamente, com tendência a se aglutinarem em grumos devido a essas cargas. Ao adicionar-se um aditivo superfluidificante, este é absorvido pelas partículas de cimento, tornando-as negativamente carregadas e mutuamente repulsivas. Devido a esse efeito, as partículas de cimento ficam mais dispersas e a mistura de concreto torna-se mais fluida.

Aditivos Aceleradores

São aqueles que aumentam a velocidade de hidratação do cimento, podendo ser divididos em aceleradores de pega e aceleradores de endurecimento. Os aceleradores de pega, reduzem o tempo de pega dos cimentos e conseqüentemente do concreto. Os aceleradores de endurecimento aumentam a resistência inicial do concreto, sem alterar o tempo de pega.

Os aceleradores de pega são, geralmente, a base de silicato ou carbonato de cálcio e agem por precipitação dos compostos químicos do cimento com o aditivo. São muito utilizados no preparo de argamassas de pega rápida. Os aceleradores de endurecimento são utilizados quando se deseja nas peças concretadas resistência mecânica mais elevada nas primeiras horas, ou quando a concretagem ocorre em condições climáticas adversas, com temperaturas muito baixas.

O aditivo acelerador mais utilizado é a base de cloreto de cálcio, não sendo recomendada sua utilização em concreto armado devido a problemas de corrosão nas armaduras. No caso da utilização em climas frios, o aditivo acelerador abrevia o período de tempo transcorrido entre a pega e o endurecimento do concreto, evitando a formação de gelo, que comprometeria a qualidade do concreto.

Hoje em dia são fabricados aditivos aceleradores de endurecimento isentos de cloretos, muito utilizados para peças pré moldadas e protendidas. Recomenda-se que esse aditivo seja adicionado somente no momento da descarga do concreto.

Aditivos Retardadores

O aditivo retardador tem a função principal de retardar a hidratação do cimento. É muito utilizado para o transporte do concreto em longas distâncias, sobretudo quando a temperatura é muito elevada, e para manter por mais tempo sua trabalhabilidade. O retardamento da hidratação do cimento causa, via de regra, menor resistência mecânica do concreto nas primeiras horas. Todavia, tal como se verifica em retardamento por temperaturas baixas, segue-se um aumento da resistência mecânica nas idades maiores, em comparação com o concreto sem o uso de aditivos.

Deve-se tomar cuidado especial com a proteção do concreto à retração plástica, uma vez que ele fica mais tempo exposto à ação de evaporação da água. Da mesma forma, os cuidados com a cura do concreto devem ser redobrados no intuito de evitar a secagem do concreto não-endurecido.

Aditivos incorporadores de ar

Estes aditivos atuam fisicamente no concreto, quer melhorando a plasticidade, quer melhorando a trabalhabilidade, quer melhorando sua resistência aos ciclos de gelo e degelo. Eles atuam no concreto formando microbolhas estáveis. Em caso de congelamento, aumenta o volume de água aprisionada em pólos capilares e esta, encontrando espaços próximos criados pelas microbolhas, se expande sem desagregar a estrutura. O efeito positivo dos aditivos incorporadores de ar sobre a trabalhabilidade do concreto é atribuído à esfericidade das microbolhas, que atuam como pequenos grãos elásticos, facilitando o manuseio do concreto.

Apesar de reduzir a quantidade de água necessária para determinada consistência, a introdução de ar no concreto diminui sua resistência mecânica em proporção maior que o ganho de resistência proporcionado pela redução de água. Grosso modo, a cada 1% de ar incorporado ao concreto resulta uma queda aproximada de 2 a 3% da resistência mecânica. Em concretos com baixo consumo de cimento o efeito do aditivo fica bastante evidenciado, melhorando substancialmente a trabalhabilidade.

A redução de água obtida pode compensar a perda de resistência mecânica causada pela massa específica menor. Os concretos ficam mais coesos, diminui-se a tendência à segregação e diminui a absorção de água por capilaridade.

Aditivos Impermeabilizantes

Não existem concretos impermeáveis, mais sim com baixa permeabilidade à água. Os aditivos impermeabilizantes normalmente designados hidrofugantes, melhoram a proteção do concreto à passagem da água quando a pressão atuante é relativamente pequena. Os aditivos

hidrofugantes mais comumente utilizados são à base de ácidos graxos. Alguns aditivos impermeabilizantes, em meios alcalinos, precipitam sais insolúveis de cálcio, que bloqueiam os poros do concreto.

A utilização de um aditivo impermeabilizante não elimina a necessidade de uma compactação adequada do concreto, esta sim imprescindível para obter um concreto impermeável. Da mesma forma, os concretos impermeáveis devem ter uma baixa relação e um consumo de cimento por metro cúbico adequado a sua aplicação.

3.3 Emprego dos Aditivos

Após estabelecer as características desejadas do produto final – concreto, argamassa ou calda de cimento – fresco ou endurecido, é feita a escolha do aditivo.

Determina-se o tipo a ser usado após avaliação dos seus efeitos, em ensaios realizados com os traços de concreto variam de obra para obra, os aditivos também acompanham esta variação.

É também importante lembrar a necessidade de serem guardadas amostras dos aditivos ensaiados para serem feitos ensaios de recepção por ocasião do recebimento de novas remessas, no caso de grandes obras.

Para fazer uso devido dos aditivos, otimizando o seu rendimento é essencial acompanhar sempre as recomendações dos fabricantes, consultando-os em caso de dúvida.

Os aditivos são empregados na confecção do concreto armado para modificar certas propriedades do material fresco ou endurecido, tornando-o mais manuseável e incrementando suas características quanto a resistência as solicitações físico químicas.

Causando os seguintes efeitos: aumento da trabalhabilidade sem aumento do consumo de água, redução do consumo de água, mantendo a mesma trabalhabilidade, redução da água e do cimento mantendo a mesma trabalhabilidade, aumento das resistências iniciais, retardação ou aceleração da pega, redução da exsudação, aumento da durabilidade frente a ação físico-química, redução do coeficiente de permeabilidade e controle da expansão pela reação álcali.

CONCLUSÃO

Os aditivos são produtos empregados na confecção de concretos para modificar certas propriedades do material. O uso de aditivos no concreto armado acentua uma determinada característica do concreto, tornando-o homogêneo e de fácil trabalhabilidade. Cada aditivo é usado para uma finalidade específica para cada concreto. Existem casos esporádicos onde é necessário a utilização de mais de um aditivo para se chegar a um concreto com determinadas características. O mais habitual é o emprego de retardadores/plastificantes associados a incorporadores de ar. Nestas ocasiões é preciso testar a compatibilidade entre ele, sendo o mais recomendável consultar os fabricantes.

REFERÊNCIAS

PFEIL, Walter. Concreto Armado. 4 ed. São Paulo, 28 jun. 1998.

ROCHA, Aderson Moreira. Concreto Armado. Rio de Janeiro, Volume I, 1994,

ROCHA, Aderson Moreira. Concreto Armado. Rio de Janeiro, Volume II, 1994,

ROCHA, Aderson Moreira. Concreto Armado. Rio de Janeiro, Volume III, 1994,

TERZIAN, Paulo. Manual de Dosagem e Controle do Concreto. São Paulo: Pini, 1992..